



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YANGININ FARKLI ARAZİ KULLANIMLARINDA BAZI
TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ: “DÜZCE HASANLAR
KÖYÜ ORMAN YANGINI ÖRNEĞİ”**

SEFER TÜCE

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. MEHMET ÖZCAN**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI ARAZİ KULLANIMLARINDA BAZI TOPRAK
ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ: “DÜZCE HASANLAR KÖYÜ
ORMAN YANGINI ÖRNEĞİ”

Sefer TÜCE tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Bülent TOPRAK

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ŞENSOY

Bartın Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 25/07/2019

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

25 Temmuz 2019

Sefer TÜCE

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN 'a en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP- 2014.02.02.413 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir

25 Temmuz 2019

Sefer TÜCE

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
HARİTA LİSTESİ	ix
KISALTMALAR.....	x
SİMGELER	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM	5
2.1. ÇALIŞMA ALANI.....	5
2.2. YÖNTEM	10
2.2.1. Yangının Toprağın Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Olan Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Yapılan Arazi Çalışmaları	10
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	12
3.1. YANGININ TOPRAKLARIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ... 12	
3.1.1. Toplam Azot (TN)	12
3.1.2. Faydalanabilir Fosfor (P)	15
3.1.3. Kalsiyum (Ca ⁺²)	19
3.1.4. Magnezyum (Mg ⁺²)	23
3.1.5. Potasyum (K ⁺).....	25
3.1.6. Toprak Reaksiyonu (pH).....	28
3.1.7. Elektriksel İletkenlik (Eİ).....	31
3.2. YANGININ HİDROFİZİKSEL TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ	33
3.2.1. Kum (%)	33
3.2.2. Kil (%).....	36
3.2.3. Toz (%).....	39
3.2.4. Organik Madde (%).....	40
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	42
5. KAYNAKLAR.....	43
ÖZGEÇMİŞ	49

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Yangının etkili olduğu alan (a) içinde farklı yangın şiddeti değerlerinde etkilenmiş ormanlık alanlar (b), diri örtü bitki örtüsü (c) ve orman içi açıklık alanlardan (d) görünüm.	7
Şekil 2.2. Çok şiddetli yangından etkilenen diri örtü alanları (a, b, c, d).	8
Şekil 2.3. Yangının düşük şiddetli etkili olduğu ormanlık alanlar (a, b, c, d).	8
Şekil 2.4. Araştırma konusu alanda örtü yangınından etkilenen alanlar (a, b, c, d).	9
Şekil 2.5. Yangından etkilenmemiş ormanlık alanlar (a, b) ile yangından kısmen etkilenmiş orman içi açıklık ve bozuk yapıdaki ormanlık alanlardan görünümler (c, d).	9
Şekil 2.6. Yangın görmemiş tek yıllık çayırısı-otsu bitkiler (a), diri örtü (b) ve orman bitki örtüsü (c) alanlarında açılan profiller ile yangın görmüş tek yıllık çayırısı-otsu bitkiler (d), diri örtü (e) ve orman bitki örtüsü (f) alanlarında açılan profilleri gösteren fotoğraflar.	11
Şekil 3.1. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 5- 10 cm derinlik kademesindeki toplam azot değişimi.	13
Şekil 3.2. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 0-5 cm derinlik kademesindeki faydalı fosforun değişimi.	16
Şekil 3.3. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 10-20 cm derinlik kademesindeki faydalı fosforun değişimi.	17
Şekil 3.4. Yanmış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.	19
Şekil 3.5. Yanmış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde kalsiyumun zamana bağlı değişimi.	20
Şekil 3.6. Yanmış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.	21
Şekil 3.7. Yanmış 20-40 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.	22
Şekil 3.8. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 0-5 cm derinlik kademesindeki Potasyum değişimi.	26
Şekil 3.9. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 5-10 cm derinlik kademesindeki Potasyum değişimi.	27
Şekil 3.10. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 0-5 cm derinlik kademesindeki pH değişimi.	29
Şekil 3.11. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 5-10 cm derinlik kademesindeki pH değişimi.	30
Şekil 3.12. Yanmış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde pH'nın zamana bağlı değişimi.	30
Şekil 3.13. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 10-20 cm derinlik kademesindeki pH değişimi.	31
Şekil 3.14. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 0-5 cm derinlik kademesindeki Eİ değişimi.	32
Şekil 3.15. Yanmış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde Eİ'nin zamana bağlı	

değişimi.	32
Şekil 3.16. Yanmış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde Eİ nin zamana bağlı değişimi.	33
Şekil 3.17. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 0-5 cm derinlik kademesindeki kum değerlerindeki değişim.	34
Şekil 3.18. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 5-10 cm derinlik kademesindeki kum ...	35
Şekil 3.19. Yanmış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde kum değerlerinin zamana bağlı değişimi.	35
Şekil 3.20. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 10-20 cm derinlik kademesindeki kum değerlerindeki değişim.	36
Şekil 3.21. Yanmış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde kil değerlerinin zamana bağlı değişimi.	37
Şekil 3.22. Yanmış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde kil değerlerinin zamana bağlı değişimi.	38
Şekil 3.23. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde kil değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	38
Şekil 3.24. Yanmış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde kil değerlerinin zamana bağlı değişimi.	39
Şekil 3.25. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde toz değerlerinin zamana bağlı değişimi.....	40

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde toplam azotun zamana bağlı değişimi.	12
Çizelge 3.2. Yanmış ve yanmamış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde toplam azotun (mg/l) zamana bağlı değişimi.	14
Çizelge 3.3. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde toplam azotun zamana bağlı değişimi.	14
Çizelge 3.4. Yanmış ve yanmamış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde toplam azotun zamana bağlı değişimi.	15
Çizelge 3.5. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde faydalı fosforun zamana bağlı değişimi.	16
Çizelge 3.6. Yanmış ve yanmamış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde faydalı fosforun zamana bağlı değişimi.	17
Çizelge 3.7. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde faydalı fosforun zamana bağlı değişimi.	18
Çizelge 3.8. Yanmış ve yanmamış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde faydalı fosforun zamana bağlı değişimi.	18
Çizelge 3.9. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde kalsiyumun zamana bağlı değişimi.	20
Çizelge 3.10. Yanmış ve yanmamış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.	21
Çizelge 3.11. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.	22
Çizelge 3.12. Yanmış ve yanmamış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.	23
Çizelge 3.13. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde Magnezyumun zamana bağlı değişimi.	24
Çizelge 3.14. Yanmış ve yanmamış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde Magnezyumun zamana bağlı değişimi.	24
Çizelge 3.15. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde Magnezyumun zamana bağlı değişimi.	24
Çizelge 3.16. Yanmış ve yanmamış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde Magnezyumun zamana bağlı değişimi.	25
Çizelge 3.17. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde potasyumun zamana bağlı değişimi.	26
Çizelge 3.18. Yanmış ve yanmamış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde potasyumun zamana bağlı değişimi.	27
Çizelge 3.19. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde potasyumun zamana bağlı değişimi.	28
Çizelge 3.20. Yanmış ve yanmamış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde potasyumun zamana bağlı değişimi.	28

HARİTA LİSTESİ

Sayfa No

Harita 2.1. Araştırma konusu alanının Bolu OBM' deki konumunu gösterir haritası.	5
Harita 2.2. Yangın alanı sınırlarının belirlenmesi amacıyla yangının etkili olduğu noktaların koordinat değerlerinin, Konuralp OİŞ meşcere tipleri haritasındaki konumları.....	6



KISALTMALAR

DOY	Düşük ve orta şiddetli
Eİ	Elektriksel iletkenlik
H	Yanma ısısı
I	Yangın hattı şiddeti
pH	Power Hydrogen (Hidrojenin Gücü)
ŞÖY	Şiddetli örtü
TPY	Tepe veya pasif tepe
YA	Yanmamış alan
YDÖ	Yanmış diri örtü

SİMGELER

B	Bozuk orman alanı
Ca ⁺²	Kalsiyum
K ⁺	Potasyum
M	Meşe
Mg ⁺²	Magnezyum
OT	Orman Toprağı
P	Fosfor
W	Yanıcı Madde Miktarı
Z	Ziraat Alanı



ÖZET

YANGININ FARKLI ARAZI KULLANIMLARINDA BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ: “DÜZCE HASANLAR KÖYÜ ORMAN YANGINI ÖRNEĞİ”

Sefer TÜCE
Düzce Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Mehmet ÖZCAN
Temmuz 2019, 48 sayfa

Yangınlar, vejetasyonun yangınla olan ilişki durumuna bağlı olarak ormanın yapı ve kuruluşu ile birlikte sürekliliği üzerinde son derece belirleyici bir güç konumundadır. Ülke ormanlık alanının yarısından fazlası, yangına birinci ve ikinci derecede hassas ormanlık alanlardan oluşmaktadır. Orman yangınları vejetasyonu etkilediği kadar toprak özellikleri üzerinde de önemli etkiler oluşturmaktadır. Yapılan bu çalışma ile orman, diri örtü ve orman içi açıklık alanda orman yangınlarının toprak özellikleri üzerine olan etkileri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Yangının, toprağın kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerine olan etkilerinin araştırılmasında, her bir arazi kullanım sınıfından üçer adet olmak üzere 9 adet yanmış ve 9 adet yanmamış (kontrol) toplam 18 parsel alınmıştır. Parsellerde açılan profillerden 5 farklı derinlik kademesinden toprak örnekleri alınmıştır (0-5, 5-10, 10-20, 20-40 ve 40-60 cm). Çalışma sonuçlarına göre orman yangının farklı arazi kullanımlarında ve farklı derinlik kademelerinde toprağın kimyasal özelliklerinde değişik etkiler oluşturduğu belirlenmiştir. Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların üst toprak (0-5 cm) azot değerlerindeki değişim arazi kullanımları açısından önemli bulunmamıştır. Fakat aynı alanlarda faydalı fosfor miktarı en düşük 9,8 mg/l ile orman toprağında en yüksek 21,8 mg/l ile yanmış meşe alanlarında ölçülmüştür. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, ülkemizde araştırma konusuyla ilgili literatür eksikliğini gidermeye yardımcı olmuştur. Aynı zamanda yapraklı meşe ormanlık alanlarındaki yangın sonrası ekolojik durumlar hakkında önemli sonuçlar ortaya koymuştur. Çalışmadan elde edilen bilgi ve bulgular, yapraklı ormanlık alanların yangın sonrası değerlendirme ve yeniden ormanlaştırma çalışmalarına önemli katkılar sağlamıştır.

Anahtar sözcükler: Yangın, Meşe (*Quercus* spp), Yangın sonrası, Toprak özellikleri.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF FIRE ON SOME SOIL PROPERTIES IN DIFFERENT LAND USAGE: “THE CASE STUDY OF DUZCE HASANLAR VILLAGE FOREST FIRE”

Sefer TUCE

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Mehmey OZCAN

July 2019, 48 pages

Fires are a crucial determinant of the continuity of vegetation with the structure and establishment of the forest, depending on the relationship with the fire. More than half of the country's forest area consists of forests with first and second degree of sensitivity to fire. Forest fires affect vegetation as well as soil properties. In this study, the effects of forest fires on soil properties were investigated in forest, sap cover and open forest area. In the investigation of the effects of fire on the chemical and physical properties of the soil, a total of 18 parcels, 9 of which were burned and 9 of which were unburned (control), were taken from each land use class. Soil samples were taken from 5 different depth levels (0-5, 5-10, 10-20, 20-40 and 40-60 cm). According to the results of the study, it was determined that forest fire has different effects on the chemical properties of the soil in different land uses and different depth levels. The change in the base soil (0-5 cm) nitrogen values of the burned and unburned areas in different land use types was not found significant in terms of land use. However, the amounts of phosphorus useful in the same areas were measured in the forests with the lowest 9.8 mg / l and in the burned oak areas with the highest 21.8 mg / l. The results of the study helped to overcome the lack of literature related to the research topic in our country. At the same time, it has shown important results about ecological conditions after fire in deciduous oak forest areas. The information and findings obtained from the study have contributed significantly to the post-fire assessment and reforestation of leafy forest areas.

Keywords: Fire, Oak (*Quercus* spp), Post-fire, Soil properties.

1. GİRİŞ

Orman yangınları geniş ölçekli doğal afetlerdendir (Anderson ve diğ., 1998). Her yıl yaklaşık 200-500 milyon hektar büyüklüğündeki farklı yapı ve kuruluşları ekosistemler farklı büyüklük ve şiddetteki yangınlardan etkilenmektedir. (Goldammer ve Mutch, 2001). Yangınların baskın unsur olduğu ekosistemlerde doğal olarak gerçekleşen orman yangınları ekosistemlerin sağlıklı bir şekilde devamında büyük öneme sahiptirler (Bilgili, 2004). Ormanlık alanların yapısında (Trabaud, 1994), dağılımında (Furyaev ve Goldammer, 2003) ve planlanmasında (Klenner ve diğ., 2000) etkili olan orman yangınları, zamansal ve mekânsal olarak çok yönlü ele alınması ve araştırılması gereken konulardandır (Moritz, 2003). Orman ve başkaca ekosistemlerin şekillenmesinde ve sürekliliklerinde önemli bir yere sahip orman yangınlarının, zamansal ve konumsal ölçekteki özelliklerinin belirlenmesinde, etki ve sonuçlarının anlaşılmasında yangın rejimi çalışmaları önem arz etmektedir (Morgan ve diğ., 2001). Yangın rejimi; bir ekosistemdeki yangınların şiddeti, yanıcı madde tüketimi (yangın zararının derecesi), büyüklüğü, sıklığı, mevsimi, konumsal olarak dağılımı ve tarihsel süreçteki rollerinin bütünü olarak ifade edilmektedir (Agee, 1993; Whelan, 1995). Yangın şiddeti, yanıcı madde tüketimi (yangın zararı), yangın sıklığı, yangın büyüklüğü, yangın mevsimi ve yangın döngüsü önemli yangın rejimi bileşenlerindendir (Bilgili ve Baysal, 2012).

Yangın şiddeti, ekosistem genelinde vejetasyon, toprak ve fauna üzerindeki farklı etkilerinden kaynaklanan değişken yapının ortaya çıkmasında yangın rejiminin ilk basamağında yer alan en önemli bileşeni olup, yangın davranışının ve yangının toprak üstü bitki kısımlarına olan doğrudan etkisinin belki de en önemli göstergesidir (Alexander, 1982). Yanma için gerekli olan yanıcı madde miktarı (kg/m^2), yanıcı maddenin sahip olduğu yanma ısı (kJ/kg) ve yayılma oranı (m/sn) değerleri yardımıyla hesaplanmaktadır (Byram, 1959).

$$I = H \times W \times R \quad (1.1)$$

I : Yangın hattı şiddeti (kW/m) W : Yanıcı madde miktarı, (kg/m^2)

H : Yanma ısı ($\text{cal/gr} = 18000 \text{ kJ/kg}$) R : Yangın yayılma oranı (m/s)

Yangın yakar, yayılır ve enerji açığa çıkarır. Yanıcı madde tüketimi (yangın zararının derecesi) açığa çıkan bu enerjinin vejetasyon, toprak ve mikroorganizmalar üzerinde neden olduğu ekolojik değişimlerin genel bir göstergesidir (Keeley, 2009). Aynı zamanda yangın zararının bir göstergesi olarak da ifade edilmektedir (Simard, 1991). Yangının bir noktadaki kalış süresine bağlı olarak toprağa olan ısı geçişleri (Lea ve Morgan, 1993), toprak ve küldeki renk değişimleri (Ryan ve Noste, 1985) ve alevlerin toprak üstü vejetasyonda neden olduğu ölüm oranları (Agee, 1993) gibi farklı değişimlerine bağlı olarak derecelendirilmektedir. Yanıcı madde tüketimi, yangın sonrası ortaya çıkan yapı ve bu yapının değişimine bağlı olarak, ekosistemlerin sunmuş olduğu ürün ve hizmetlerden yararlanmada hazırlanacak reçeteler için gerekli bilgilerin temininde oldukça önemli bir göstergedir.

Yanıcı maddeler, hava halleri ve arazi koşullarındaki farklılıklar, yangın şiddeti ve yanıcı madde tüketiminde görülen değişkenliklerle birlikte yangın davranışı ve yangın tiplerini karakterize ederler. Yangın rejiminin ilk basamağı olan yangın olayının başlaması ile dakikalar, saatler, haftalar hatta aylarca sürebilen çok hızlı bir değişim süreci başlar. Özellikle yangın davranışına bağlı olarak ortaya çıkan değişiklikler ise; ağaçların yangından etkilenme durumlarını (Peterson, 1985; Regelbrugge, et al., 1993; Moreira et al., 2007; Catry et al., 2009), yangın sonrası topraktaki değişimleri,(DeBano, 1990; Pierson et al., 2002; Yıldız et al., 2010; Tufekcioglu et al., 2010), yangın alanındaki böcek faaliyetlerini (Amman and Ryan, 1991; Ryan and Amman 1994, 1996; Santoro et al., 2001; Jenkins et al., 2008; Jenkins et al., 2012), tek yıllık otsu bitkilerin gelişimini (Naveh, 1975; Keeley et al., 1981; Arianoutsou and Thanos, 1996; Hutchinson et al., 2005; Kavgacı and Tavşanoğlu, 2010) ve yaban hayatı için önem taşıyan dikili kuru ve ölü ağaçların alan genelindeki durumları (Hutto, 1995) gibi yapı ve süreçleri etkilemekte ve belirlemektedir.

Yangınların ekosistemlerdeki vejetasyon, iklim (Bessie and Johnson, 1995) ve topoğrafya arasındaki karmaşık ilişkileri sonucunda başlangıç anından itibaren ortaya koyduğu yangın davranışı (yangın şiddeti ve yanıcı madde tüketimi) (Baysal et al., 2011), bu davranışın şekillendiği zaman dilimi (yangın mevsimi), konumsallığı (yangın büyüklüğü ve sıklığı), bu yangınların uzun bir zaman diliminde ortaya koydukları yapı (yaş sınıfları ve yangın döngüsü) sistem üzerinde belirgin izler bırakır. Ekosistemlerdeki bu izlerin belirlenmesi, etki ve sonuçlarının anlaşılması ve orman kaynaklarının yönetiminde dikkate alınması büyük öneme sahiptir (Bilgili ve Baysal, 2013).

Yangınların çıkışı ve sonrasında ise özellikle yangın davranışındaki farklılıklara da bağlı olarak ortaya çıkan yapı yangın rejimlerini şekillendirir (Turner and Romme, 1994). Yangınların sistem ve sistemin bileşenleri üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri ve bu etkilerin neden olduğu değişimleri dikkate alındığında, yangın rejim tipleri genel olarak dört sınıfa ayrılır;

- Yangınların vejetasyon için öldürücü olmadığı, hâkim vejetasyonun yapısında önemli bir değişime neden olmadığı ve hâkim bitki örtüsünün yaklaşık %80'i ya da daha fazlasının yangın sonrası hayatta kalabildiği düşük şiddetli yangın rejimi.
- Yangınların yaklaşık %80 veya daha fazla bir oranda baskın özellikteki bitki örtüsünde ölümlere sebep olduğu meşcere yenileyici özellikteki yangın rejimi.
- Düşük şiddetli veya meşcere yenileyici özellikteki değişken yangın şiddeti değerlerinde, türlerin yangınlara karşı olan farklı hassasiyetlerine bağlı olarak hâkim vejetasyonda seçici ölümlere sebebiyet verdiği değişken özellikteki yangın rejimi.
- Yangınların çok az sayıda gerçekleştiği ya da hiç yangın görülmediği yangından bağımsız alanlar (Brown ve Smith, 2000).

Günümüzde dünya karasal alanları, yangın rejim tiplerindeki farklılığa göre; yangına-bağımlı, yangına-duyarlı ve yangından-bağımsız olmak üzere üç sınıfa ayrılmıştır (Hardesty et. al. 2005). Bu sınıflandırmaya göre, ülkemiz ormanları, her üç sınıfı temsil eden alanların yer aldığı bir coğrafyada bulunmaktadır. Ülkemizde, Akdeniz ve Ege sahilleri boyunca yayılış gösteren saf kızılçam ve karaçam meşcereleri ile maki ekosistemlerinden oluşan alanlar yangına-bağımlı alanlar olarak ele alınırken, Orta ve Doğu Karadeniz ormanları yangına-duyarlı ormanlar olarak değerlendirilmektedir (Bilgili ve diğ., 2010).

Geçmişten günümüze, özellikle Akdeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde, insan faaliyetleriyle birebir ilişkili olarak çıkan yangınlar orman yangınları varlığını sürdürmektedir ve bu sürekliliğin en temel nedeni insandır. Bu durum özellikle ülkemizin batı ve güney kıyı şeridi boyunca yayılış gösteren ormanlarımızda, kızılçam, karaçam ve maki vejetasyonunun hâkim olduğu alanlarda gözlemlenmektedir. Buna karşın ülkemizin doğu ve kuzey bölgelerindeki ormanlarda yayılış gösteren birçok tür için yangın, sistemi tehdit eden bir unsur olarak görülmez. Bunun en temel sebebi, bu bölgelerdeki hâkim iklim şartlarına bağlı olarak bugüne kadar bu alanlarda büyük orman yangınlarının yaşanmamış olmasıdır. Ancak, değişen mevsim koşulları ve artan

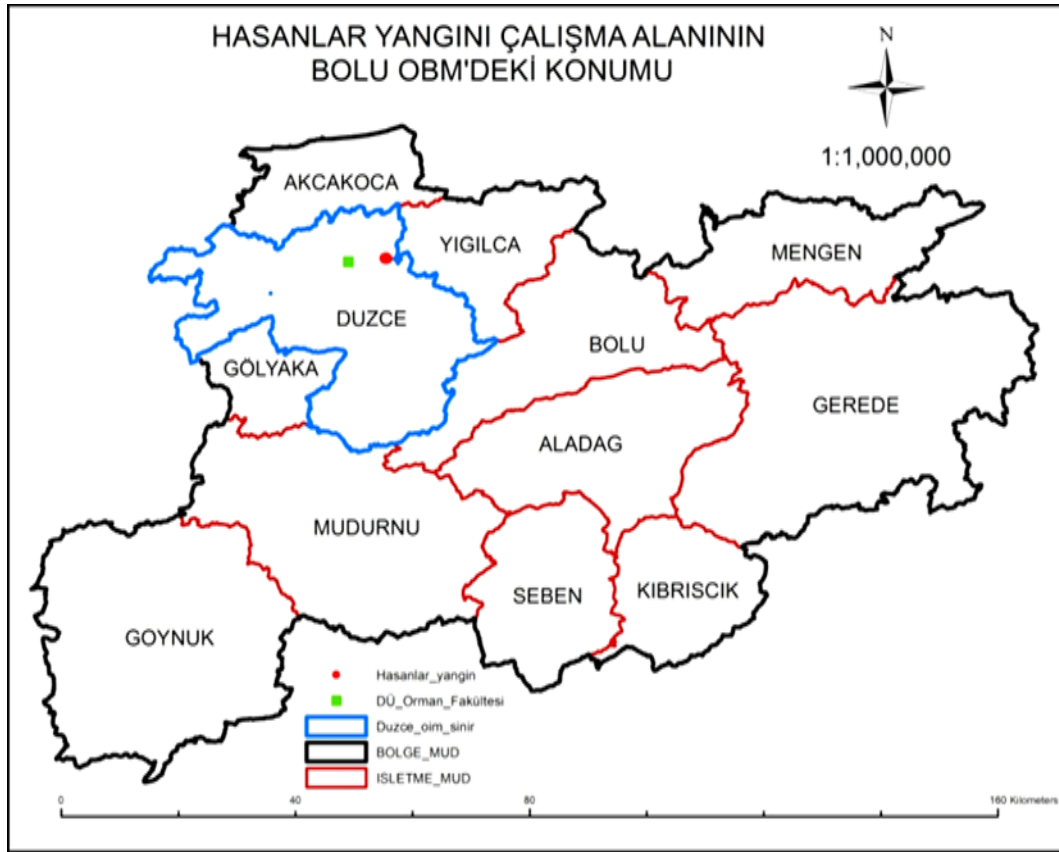
insan nüfusuyla birlikte yangın rejimi dinamikleri de değişime uğramakta ve bu değişimin sonuçları henüz tam olarak bilinmemektedir. Orman yangınlarının ekosistemler üzerindeki etkilerini daha iyi anlamak, yangınların ekolojik etkilerini yorumlayabilmek ve yangınlarla etkin bir şekilde mücadele edebilmek öncelikle bölgesel yangın rejimi dinamiklerinin anlaşılması ile mümkün olabilir. (Malanson, 1987; Whelan, 1995).

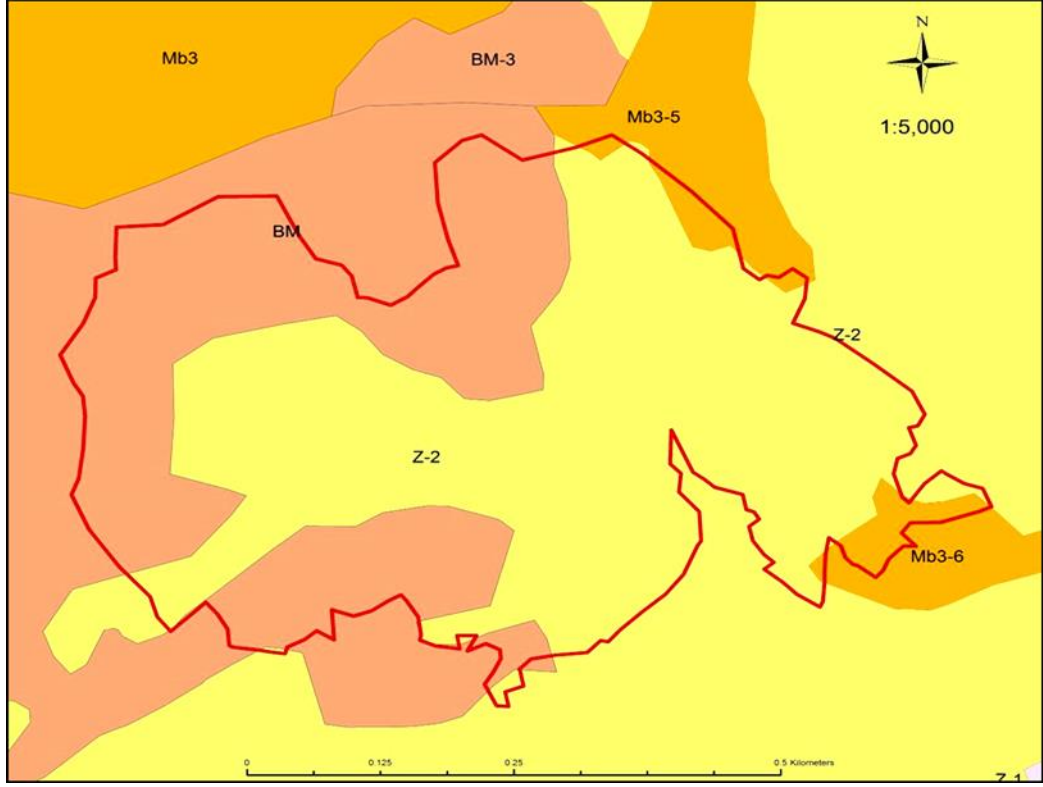
Orman yangınları sadece toprak üstü vejetasyonda etkili olmayıp aynı zamanda yangına maruz kalmış özellikle üst toprakların kimyasal ve fiziksel özelliklerinde de önemli değişikliklere neden olabilmektedir (Kaptanoğlu et.al., 2018). Bu bağlamda yapılan bu çalışmanın amacı farklı arazi kullanımları altında yangının topraklarının kimyasal ve fiziksek özellikleri üzerine olan etkilerinin araştırılmasıdır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. ÇALIŞMA ALANI

Bu çalışma Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Düzce Orman İşletme Müdürlüğü, Konuralp Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde 2 Eylül 2015 tarihinde 110 ve 111 numaralı bölmelerdeki yangından etkilenen alan sınırları içinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.1.). Yangının etkili olduğu bölmelerdeki meşcere rumuzları BM, Mb3 ve Z' dir (Şekil 2.2).





Harita 2.2. Yangın alanı sınırlarının belirlenmesi amacıyla yangının etkili olduğu noktaların koordinat değerlerinin, Konuralp OİŞ meşcere tipleri haritasındaki konumları.

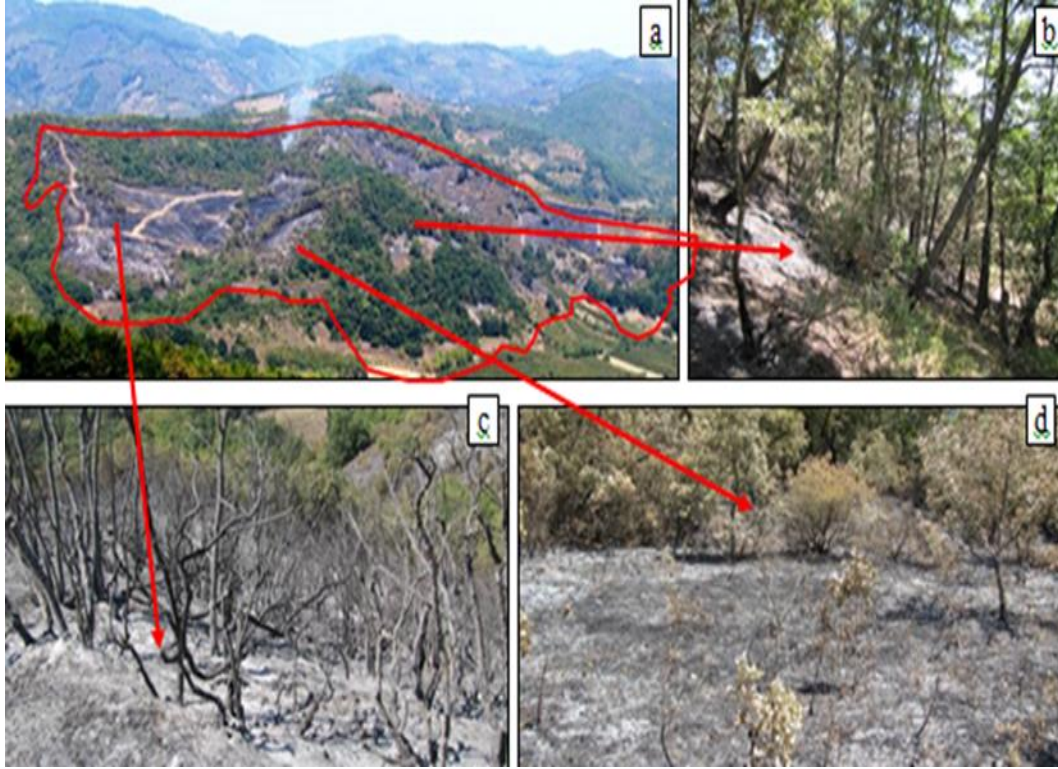
Araştırma, farklı arazi kullanım özelliklerindeki 9 adet yanmış ve 9 adet yanmamış toplamda 18 adet parsel üzerinde yürütülmüştür. Farklı arazi kullanım özelliklerindeki parsellerin belirlenmesi ile yangının toprak özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenebilmesi mümkün olmuştur.

Yangın görmüş orman, diri örtü ve orman içi açıklık alanlar ile yangın görmemiş orman, diri örtü ve orman içi açıklık alanlardaki kimyasal ve fiziksel toprak özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Bu amaçla, yangından 1 ay, 6 ay ve 12 ay sonra alınan toprak numuneleri üzerinde gerekli analizler yapılarak yangın görmüş ve görmemiş alanlar arasındaki farklılıklar ortaya konmuştur.

Yangının etkili olduğu alan yangın büyüklüğünü verir (Bilgili ve Baysal, 2013). Yangının etkili olduğu alanın belirlenmesinde, kapalı bir poligon olacak şekilde yangının ulaşabildiği sınırlar arazide gezilerek GPS aleti koordinat değerleri tespit edilmiştir. Belirlenen koordinat değerleri Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımına aktarılmış ve yangının arazide etkili olduğu alan büyüklüğü belirlenmiştir. Gerçekleştirilen bu işlemler sonrasında belirlenen yangın büyüklüğü yaklaşık 31,5

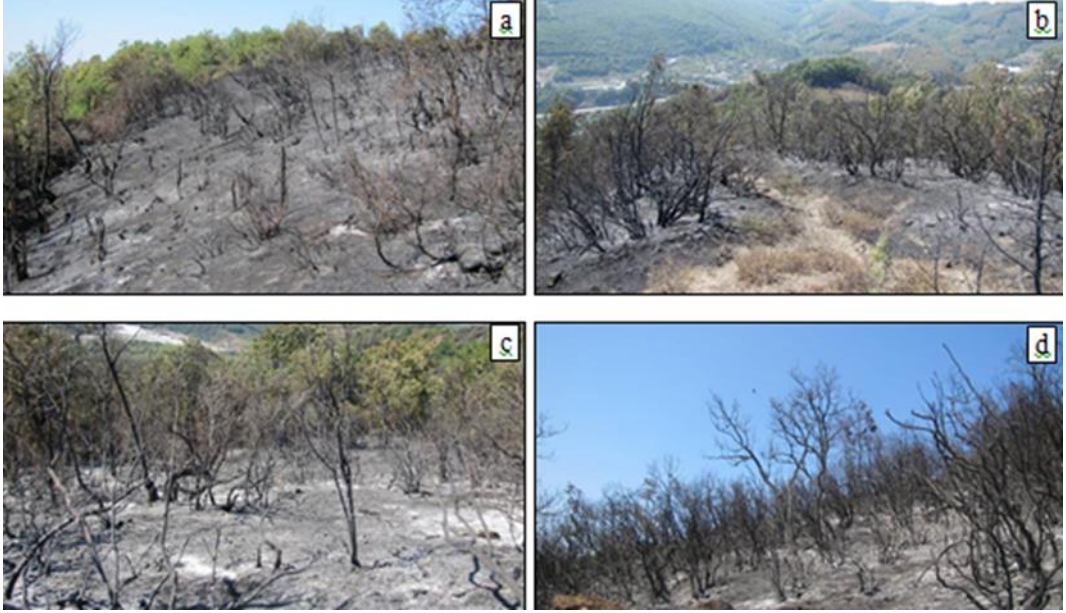
ha'dır. Yangın sicil fişinde yangın büyüklüğü, 16 ha ormanlık alan ve 14 ha ziraat ve açıklık alanlar olmak üzere toplamda 30 hektar olarak tespit edilmiştir.

Yangının etkili olduğu alan içinde (Şekil 2.1a) farklı yangın şiddeti değerlerinde etkilenmiş ve etkilenmemiş ormanlık alan (Şekil 2.1b), orman içi açıklık alan (Şekil 2.1c) ve orman altı diri örtüsü (Şekil 2.1d) alanları bulunmaktadır.



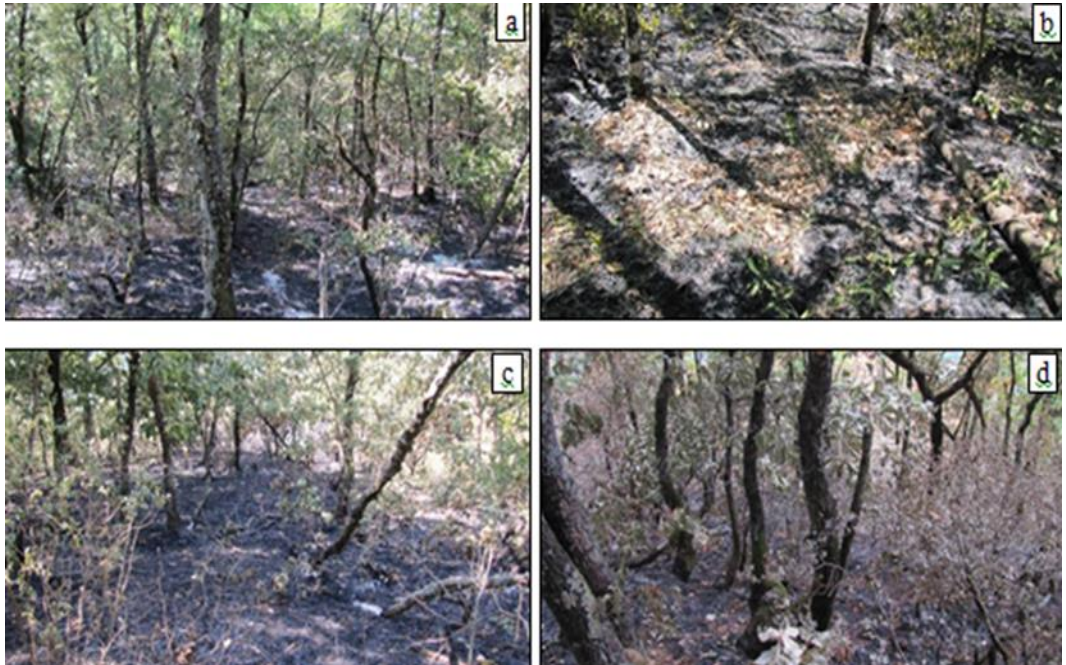
Şekil 2.1. Yangının etkili olduğu alan (a) içinde farklı yangın şiddeti değerlerinde etkilenmiş ormanlık alanlar (b), diri örtü bitki örtüsü (c) ve orman içi açıklık alanlardan (d) görünüm.

Araştırma konusu alan sınırları içinde çok şiddetli örtü yangınının gerçekleştiği bozuk ormanlık alan ve meşe ormanlık alanlarına ilişkin yangından hemen sonraki görüntüleri aşağıda verilmiştir (Şekil 2.2).



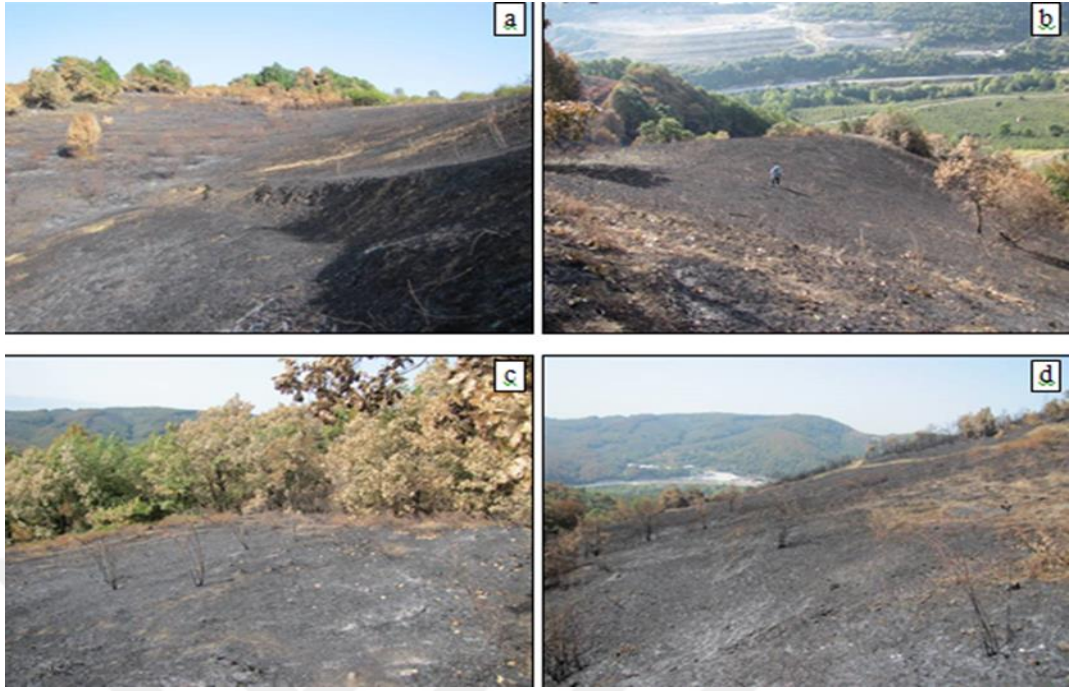
Şekil 2.2. Çok şiddetli yangından etkilenen diri örtü alanları (a, b, c, d).

Yangın hattı sınırları içinde kalan ve düşük şiddetli örtü yangınının gerçekleştiği bozuk ormanlık alan ve meşe ormanlık alanlarına ilişkin yangından hemen sonraki görüntüler verilmiştir (Şekil 2.3.).



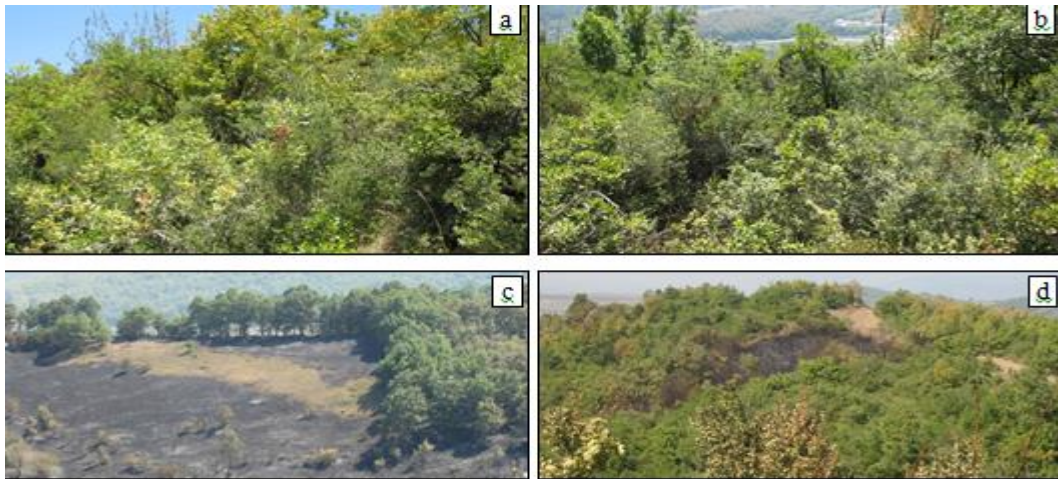
Şekil 2.3. Yangının düşük şiddetli etkili olduğu ormanlık alanlar (a, b, c, d).

Yangının etkili olduğu alan içinde, örtü yangınının gerçekleştiği ziraat ve orman içi açıklık alanlara ilişkin yangından hemen sonraki görüntüler Şekil 2.4 da verilmiştir. Yangın alanı içinde bu vasıftaki alanların toplamı yaklaşık 14 ha büyüklüğündedir.



Şekil 2.4. Araştırma konusu alanda örtü yangınından etkilenen alanlar (a, b, c, d).

Yangın alanı içinde yangından etkilenmeyen alanlarda bulunmaktadır. Arazi özellikleri, bitki örtüsü ve özellikle yer ekipleri ve hava ekiplerinin yangınlarla olan mücadele çalışmaları, yangın alanı sınırlarının içinde yangından etkilenmeyen bu alanların ortaya çıkışında belirleyici olabilmektedir (Baysal ve diğ., 2011). Yangın alanı içinde yangından etkilenmeyen bozuk yapıdaki ormanlık alanlar ile ziraat ve orman içi açıklık alanlara ilişkin görüntüler aşağıda verilmiştir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. Yangından etkilenmemiş ormanlık alanlar (a, b) ile yangından kısmen etkilenmiş orman içi açıklık ve bozuk yapıdaki ormanlık alanlardan görünüm (c, d).

2.2. YÖNTEM

2.2.1. Yangının Toprağın Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Olan Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Yapılan Arazi Çalışmaları

Düzce Hasanlar Köyü orman yangını alanı meşe, diri örtü ve orman içi açıklık alanlar olmak üzere üç farklı arazi kullanımını kapsamaktadır. Yangının etkili olduğu üç farklı arazi kullanımının her birinden üçer parsel olmak üzere 9 adet yanmış ve 9 adet de yanmamış toplam 18 deneme parseli oluşturulmuştur. Bu parsellerden birer toprak çukuru açılarak 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 ve 40-60 cm derinlik kademelerinden toprak örneği (yaklaşık 1 kg torba örneği) alınmıştır. Belirtilen derinlik kademeleri bitki besin maddelerinin bir yıllık süreçteki dinamiklerinin belirlenmesi amacıyla yönelik seçilmiştir. Bu nedenle toprak örnekleme yangından sonraki ilk 1 ay, 6. ay ve 12. ayda belirlenen deneme parsellerinden usulüne uygun olarak alınan toprak örnekleri ile yapılmıştır. Toprak profilleri açıldıktan sonra kapatılmış ve müteakip toprak örneği alımları daha önce alım yapılan noktalara en yakın olacak şekilde gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.6).

Alınan toprak örnekleri üzerinde bazı fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Toprakların mekanik analizleri Bouyoucos hidrometre metoduna göre yapılarak toprak türleri belirlenmiştir (Gülçur, 1974; Kantarcı 2000). Kimyasal toprak özelliklerinden pH (1/2.5 H₂O) ve elektriksel iletkenlik (EC, 1/5 H₂O μ S/cm) Hach Lange HQ40D marka çift kanallı Dijital Multiparametre cihazı ile ölçülmüştür. Organik madde (%) (Walkley-Black ıslak yakma metodu), yararlanılabilir fosfor (P₂O₅) (Kalorimetrik yöntemle), toplam azot (kuru yakma yöntemiyle elementel azot tayin cihazı ile) (Gülçur, 1974; Karaöz, 1989)'ye göre, değişebilir bazlar (Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, K⁺, 1 Normal Nötr Amonyum Asetat çözeltisi ile özütledikten sonra süzekte toplanan katyonların ölçülmesi) tayinleri (Arp, 1999) yapılmıştır. Toprak analizlerinden çoğu Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü Havza Yönetimi Anabilim Dalı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Ancak toplam azot (N), yararlanılabilir fosfor (P₂O₅), Ca, Mg ve K analizleri hem fakültemizde hem de DÜBİT laboratuvarında yapılamadığından, özel bir toprak analizi laboratuvarında yaptırılmıştır. Çalışma sonucunda yangının meşe, diri örtü ve orman içi açıklık alanlarındaki kimyasal ve fiziksel toprak özellikleri üzerine olan etkileri ortaya konulmuş ayrıca zamana bağlı olarak topraktaki bitki besin maddelerindeki değişimler de belirlenmiştir.



Şekil 2.6. Yangın görmemiş tek yıllık çayırısı-otsu bitkiler (a), diri örtü (b) ve orman bitki örtüsü (c) alanlarında açılan profiller ile yangın görmüş tek yıllık çayırısı-otsu bitkiler (d), diri örtü (e) ve orman bitki örtüsü (f) alanlarında açılan profilleri gösteren fotoğraflar.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. YANGININ TOPRAKLARIN KİMYASAL ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

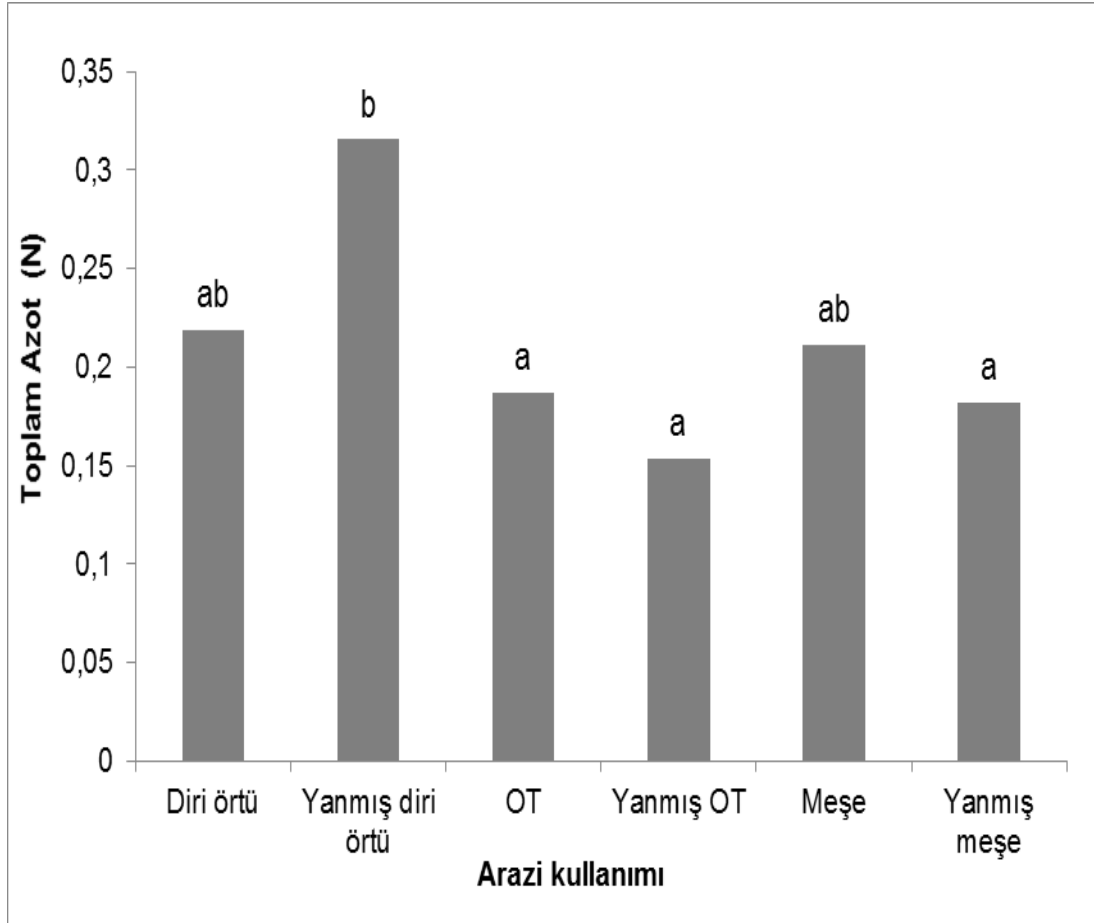
3.1.1. Toplam Azot (TN)

Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların üs toprak (0-5 cm) azot değerlerindeki değişim arazi kullanımları açısından incelendiğinde istatistiksel olarak önemli bir fark gözlemlenmemiştir ($P>0,05$). En düşük azot miktarı 0,23 mg/l ile orman içi açıklıkta (OT), en yüksek azot değeri 0,43 mg/l ile yanmış diri örtüde (YDÖ) de ölçülmüştür. Bu bağlamda yapılan çalışmalarda topraktaki azot değerinin yangından sonra artış gösterdiği tespit edilmiştir (Gürlevik ve diğ., 2009; Kaplanoğlu, 2019). Bunun nedeni yangından sonra topraktaki azotun kimyasal değişime uğrayarak bitkilerin yararlanabileceği forma dönüşmesi gösterilebilir. Yine zamana bağlı olarak üst toprak (0-5 cm) azot değerleri incelendiğinde yangının üzerinden süre geçtikçe azot değerlerinin düştüğü gözlemlenmiş fakat bu değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P> 0,05$). Nitekim yangından 1 ay sonra ölçülen azot miktarı 0,38 mg/l iken yangın 12. ayında bu değer 0,30 mg/l ye düşmüştür. Aynı zamanda yapılan istatistik değerlendirmede arazi kullanımı x süre etkileşimi de önemsiz bulunmuş fakat arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak azot miktarlarının değişim seyrini göstermek amacıyla arazi kullanımı- zaman tabloları etkileşim önemli olmasa dahi burada verilmiştir. Nitekim üst toprak kademesinde en yüksek azot miktarı 0,47 mg/l ile yanmış diri örtüde 1. ayda ve meşe de 6. ayda ölçülürken, en düşük oranda 0,22 mg/l ile OT, Yanmış OT ve Yanmış meşede 12. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.1.).

Çizelge 3.1. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde toplam azotun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	0,46	0,35	0,37
Yanmış Diri Örtü	0,47	0,38	0,45
OT	0,24	0,25	0,22
Yanmış OT	0,28	0,25	0,22
Meşe	0,44	0,47	0,28
Yanmış Meşe	0,35	0,37	0,22

Toprakların 5-10 cm toprak derinlik kademesindeki azot miktarındaki değişim incelediğinde arazi kullanımında anlamlı ($P<0,05$), ancak zamana bağlı etkileşimin yanmış sahalarda 5-10 cm derinlik kademesindeki toprakların azot miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadıkları belirlenmiştir ($P>0,05$). Bu bağlamda 5-10 cm derinlik kademesinde en yüksek azot miktarı 0,31 mg/l ile yanmış diri örtüde, en düşük 0,15 mg/l ile yanmış OT de ölçülmüştür (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 5- 10 cm derinlik kademesindeki toplam azot değişimi.

Yine bu derinlik kademesinde de arazi kullanımı x süre etkileşimi önemsiz bulunmuş fakat arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak azot miktarlarının değişim seyrini göstermek amacıyla arazi kullanımı- zaman tablosu burada verilmiştir. Nitekim 5-10 cm derinlik kademesinde en yüksek azot miktarı 0,33 mg/l ile diri örtüde 1. ayda, yanmış diri örtüde 6. ve 12. ayda en düşük ise 0,06 mg/l ile yanmış meşede 12. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.2.).

Çizelge 3.2. Yanmış ve yanmamış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde toplam azotun (mg/l) zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	0,33	0,13	0,19
Yanmış Diri Örtü	0,28	0,33	0,33
OT	0,19	0,22	0,15
Yanmış OT	0,21	0,08	0,17
Meşe	0,28	0,22	0,13
Yanmış Meşe	0,30	0,19	0,06

Toprakların 10-20 cm ve 20-40 cm derinlik kademelerindeki azot değişimine bakıldığında ise gerek arazi kullanımı gerekse zamana bağlı olarak yangının bu derinlik kademelerinde istatistiksel olarak bir değişime neden olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$). Yine bu derinlik kademelerinde arazi kullanımı x zaman etkileşimi de önemli bulunmamıştır. 10-20 cm derinlik kademesinde en düşük azot değeri 0,06 mg/l ile 12. ayda meşede en yüksek 0,23 ile 1. ayda diri örtüde ölçülmüştür (Çizelge 3.3.). Nitekim bu derinlik kademelerindeki kimyasal değişimlerin yangının etkisinden kaynaklanmayıp arazi kullanımından kaynaklandığı söylenebilir. Çünkü orman yangınlarının toprağın kimyasal özellikleri üzerine olan etkilerinin toprak yüzeyinden 7,5- 10 cm derinlik kademesinde maksimum olduğu bildirilmektedir (Şengönül, 1985).

Çizelge 3.3. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde toplam azotun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	0,23	0,13	0,13
Yanmış Diri Örtü	0,14	0,15	0,19
OT	0,09	0,09	0,11
Yanmış OT	0,11	0,12	0,11
Meşe	0,13	0,15	0,06
Yanmış Meşe	0,07	0,11	0,08

20-40 cm derinlik kademesinde ise en düşük değer 0,07 mg/l ile yanmış OT de, en yüksek değer 0,20 mg/l ile 12. ayda yanmış diri örtüde ölçülmüştür (Çizelge 3.4.).

Çizelge 3.4. Yanmış ve yanmamış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde toplam azotun zamana bağlı değişimi.

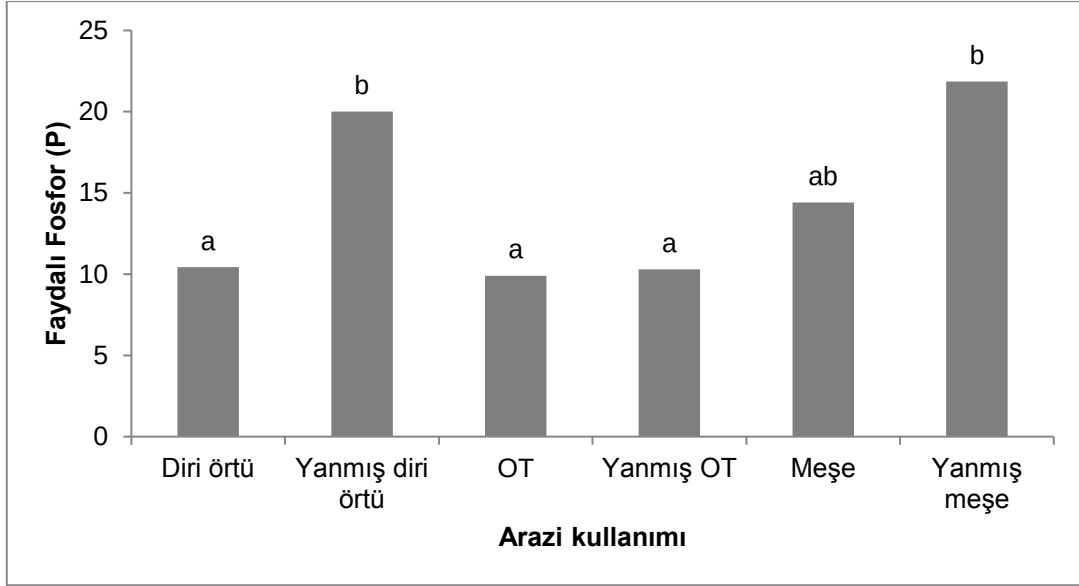
Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	0,11	0,14	0,17
Yanmış Diri Örtü	0,13	0,15	0,20
OT	0,09	0,09	0,17
Yanmış OT	0,07	0,12	0,09
Meşe	0,09	0,15	0,13
Yanmış Meşe	0,09	0,11	0,10

3.1.2. Faydalanabilir Fosfor (P)

Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların üst toprak (0-5 cm) faydalanabilir fosfor değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En düşük fosfor miktarı 9,8 mg/l ile OT de ölçülürken en yüksek 21,8 mg/l ile yanmış meşe alanlarında ölçülmüştür (Şekil 3.2.). Topraktaki fosforun önemli bir bölümü ölü örtü yerine diri örtü mekanizmalarında görülmektedir.

Yanmış alanlarda fosforun fazla çıkmasının nedenleri arasında fosforca fazla miktarda olan yapının yanma tepkimesiyle etkileşimi sonucunda tümüyle yanan ince materyalde toplanması ve bununda üst toprak kademelerinde bulunması gösterilebilir. Bu alanda yapılan çalışmalarda da elde edilen sonuçlar yaptığımız çalışmadakilerle paralellik göstermekte ve alanlarda fosfor miktarı yanma olayından sonra artmaktadır (Gürlevik ve diğ., 2009; Kaplanoğlu, 2019; Marti, 2003; Pardini ve diğ., 2004).

Zamana bağlı olarak üst toprak (0-5 cm) faydalanabilir fosfor değerleri incelendiğinde yangından sonra geçen sürenin üst toprak fosfor değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$). Nitekim yangından 1 ay sonra ölçülen fosfor miktarı 17,1 mg/l iken yangının 12. ayında bu değer 12,3 mg/l ye düşmüştür. Her ne kadar istatistiksel olarak önemli çıkmasa da yangından hemen sonra üst topraklardaki fosfor miktarının artması yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Yıldız et al., 2010).



Şekil 3.2. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 0-5 cm derinlik kademesindeki faydalı fosforun değişimi.

0-5 cm aralığındaki derinlik kademesinin fosfor değerlerine ilişkin arazi kullanımı x süre etkileşimi önemsiz bulunmuş fakat arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak fosfor miktarlarının değişimini gösteren tabloya bakıldığında 0-5 cm derinlik kademesinde en yüksek fosfor miktarı 25,56 ile yanmış meşede 1. ayda, en düşük ise 5,76 mg/l ile OT 6. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.5.).

Çizelge 3.5. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde faydalı fosforun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	12,03	8,89	10,36
Yanmış Diri Örtü	24,01	25,03	10,98
OT	14,39	5,76	9,53
Yanmış OT	11,40	8,36	11,10
Meşe	14,79	15,30	13,15
Yanmış Meşe	25,56	22,61	17,43

Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların 5-10 cm derinlik kademesindeki faydalanabilir fosfor değerlerindeki değişim gerek arazi kullanımları açısından gerekse zamana bağlı olarak istatistiksel olarak önemli bir fark göstermemiştir ($P>0,05$). Bu derinlik kademesin fosfor değerlerine ilişkin arazi kullanımı x süre etkileşimi önemsiz bulunmuş fakat arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak fosfor miktarlarının değişimini gösteren tabloya bakıldığında 5-10 cm derinlik kademesinde en

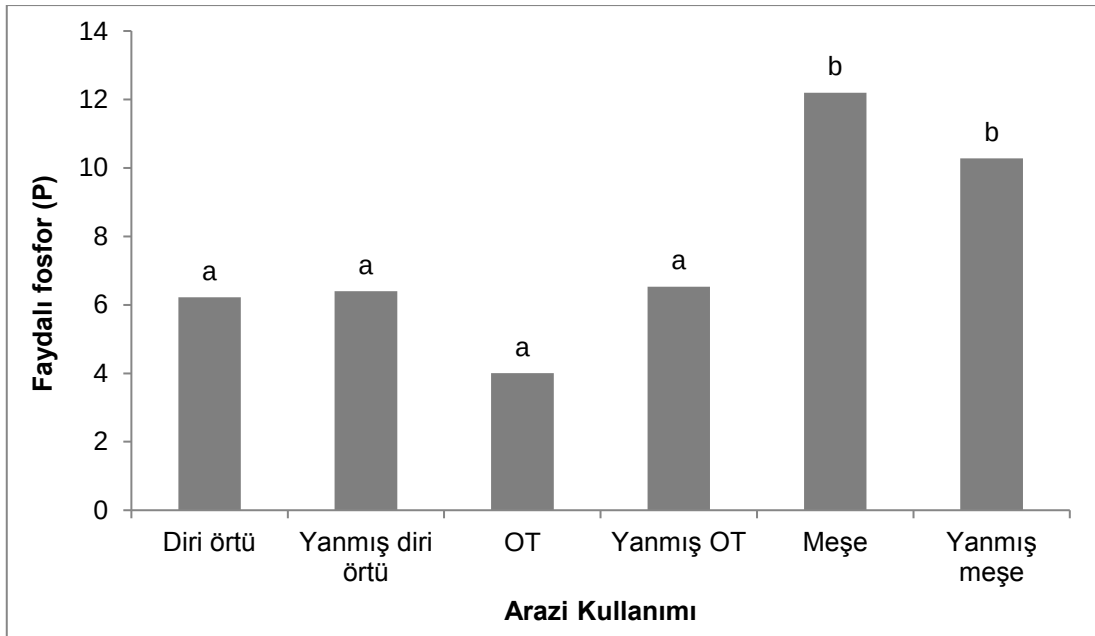
yüksek fosfor miktarı 17,4 mg/l ile meşede 1. ayda, en düşük ise 4,1 mg/l ile OT 1. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.6.).

Çizelge 3.6. Yanmış ve yanmamış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde faydalı fosforun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	9,47	6,37	7,46
Yanmış Diri Örtü	15,63	7,94	8,84
OT	4,10	5,38	6,66
Yanmış OT	12,74	4,90	17,00
Meşe	17,47	10,22	7,42
Yanmış Meşe	14,53	8,70	10,84

Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların 10-20 cm derinlik kademesinde faydalanabilir fosfor değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). En düşük fosfor miktarı 4,0 mg/l ile OT de ölçülürken en yüksek 12,1 mg/l ile meşe alanlarında ölçülmüştür (Şekil 3.3.).

Zamana bağlı olarak 10-20 cm derinlik kademesindeki faydalanabilir fosfor değerleri incelendiğinde yangından sonra geçen sürenin fosfor değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$). Nitekim yangından 1 ay sonra ölçülen fosfor miktarı 7,58 mg/l iken yangının 12. ayında bu değer 7,34mg/l olarak ölçülmüştür.



Şekil 3.3. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 10-20 cm derinlik kademesindeki faydalı fosforun değişimi.

10-20 cm derinlik kademesinde toprakların arazi kullanımı x zaman etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak bu derinlik kademesindeki toprakların arazi kullanımı ve zamana bağlı olarak göstermiş olduğu değişim Çizelge 3.7. de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde faydalı fosforun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	7,62	3,55	7,51
Yanmış Diri Örtü	6,45	8,08	4,66
OT	2,85	4,14	5,04
Yanmış OT	5,61	8,37	5,61
Meşe	14,45	10,59	11,55
Yanmış Meşe	8,54	11,40	10,88

Farklı arazi kullanım tiplerinde ve yangın görmüş alanların 20-40 cm derinlik kademesindeki faydalanabilir fosfor değerlerindeki değişim gerek arazi kullanımları açısından gerekse zamana bağlı olarak istatistiksel olarak önemli bir fark göstermemiştir ($P>0,05$).

Bu derinlik kademesinin fosfor değerlerine ilişkin arazi kullanımı x süre etkileşimi önemsiz bulunmuş fakat arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak fosfor miktarlarının değişimini gösteren tabloya bakıldığında 20-40 cm derinlik kademesinde en yüksek fosfor miktarı 14,03 mg/l ile meşede 1. ayda, en düşük ise 2,76 mg/l ile yanmış OT de 6. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.8.).

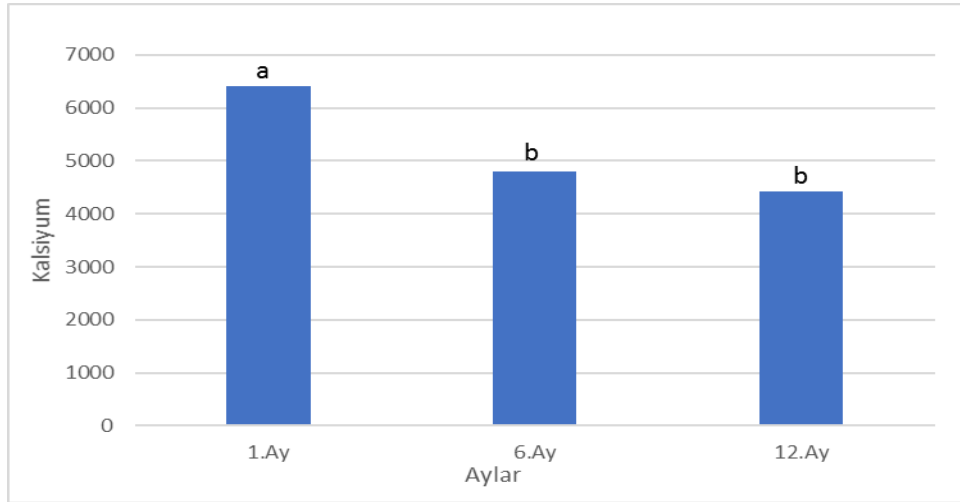
Çizelge 3.8. Yanmış ve yanmamış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde faydalı fosforun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	7,48	6,33	5,18
Yanmış Diri Örtü	8,25	3,76	7,11
OT	10,77	4,85	3,57
Yanmış OT	4,06	2,76	7,84
Meşe	14,03	8,94	4,23
Yanmış Meşe	4,65	12,92	12,02

3.1.3. Kalsiyum (Ca^{+2})

Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların üst toprak (0-5 cm) kalsiyum değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Zamana bağlı olarak yanmış sahalarda üst topraktaki (0-5 cm) kalsiyum değerleri incelendiğinde yangından sonra geçen sürenin üst toprak kalsiyum miktarları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu ($P<0,05$) ve yangından sonra ölçülen kalsiyum miktarının diğer dönemlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.4.). Kalsiyum buharlaşma ısısı çok yüksek olan bir bitki besin elementi olduğu için yangın sırasında kaybının gözlenmesi beklenmez, bunun yanında ölü örtü ve diri örtüdeki kalsiyum yanma sonrasında toprakla buluşup orman toprağının zenginleşmesine katkı sağlamaktadır.

Parlak (2018), kızılçam ve meşenin baskın bulunduğu bir alanda yaptığı çalışmada yangından sonraki toprak yapısında faydalanabilir kalsiyum yapısının yangından sonra artış gösterdiğini tespit etmiştir.



Şekil 3.4. Yanmış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.

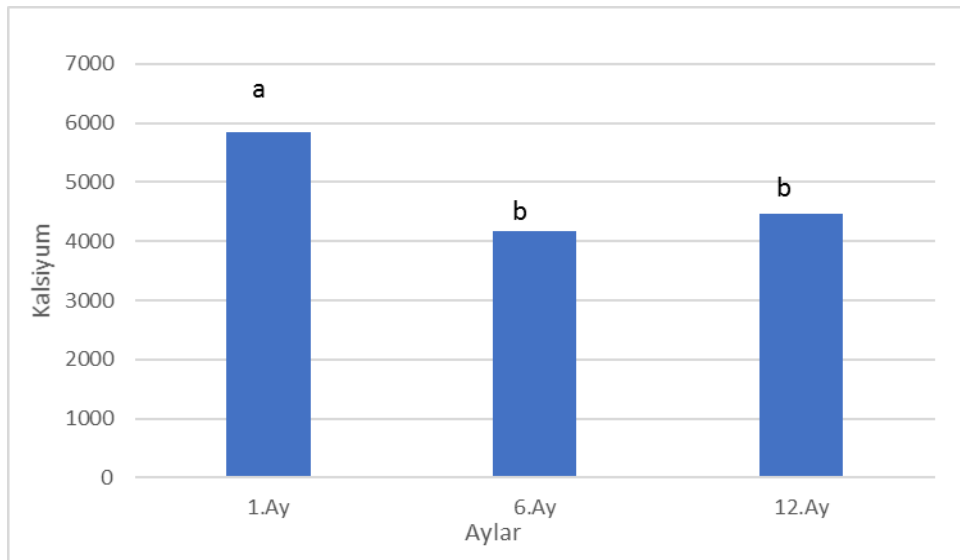
Bu derinlik kademesin kalsiyum değerlerine ilişkin arazi kullanımı x süre etkileşimi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak kalsiyum miktarlarının değişimini gösteren tabloya bakıldığında 0-5 cm derinlik kademesinde en yüksek kalsiyum 6597 mg/l ile yanmış diri örtü 1. ayda, en düşük ise 4172 mg/l ile OT 6. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.9.). Ölü örtü ve diri örtüden toprak yapısına geçen kalsiyum yangından sonra oluşacak yetiştirme ortamının kurulmasında kullanılacağından dolayı toprak yapısında zamana bağlı azalma göstermesi beklenir.

Nitekim Parlak (2018), yaptığı çalışmada da yaptığımız çalışmaya paralel olarak zamana bağlı değişimde topraktaki kalsiyum miktarının azaldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.9. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde kalsiyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	6159,50	4638,00	4088,00
Yanmış Diri Örtü	6597,17	4947,67	4902,67
OT	4804,00	4172,50	4287,50
Yanmış OT	6225,17	4531,00	5056,00
Meşe	5846,83	4766,67	4289,00
Yanmış Meşe	6385,83	4948,67	4976,00

Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların 5-10 cm derinlik kademesindeki kalsiyum değerlerindeki değişim 0-5 cm derinlik kademesindeki değişimle benzer bir durum göstermiş arazi kullanımına bağlı değişim istatistiksel olarak önemli bulunmaz iken ($P>0,05$) yangın görmüş alanlarda zamana bağlı değişim önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Zamana bağlı olarak 5-10 cm derinlik kademesindeki kalsiyum değerleri incelendiğinde üst toprakta (0-5 cm) olduğu gibi yangından sonra ölçülen kalsiyum miktarının diğer dönemlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.5.).



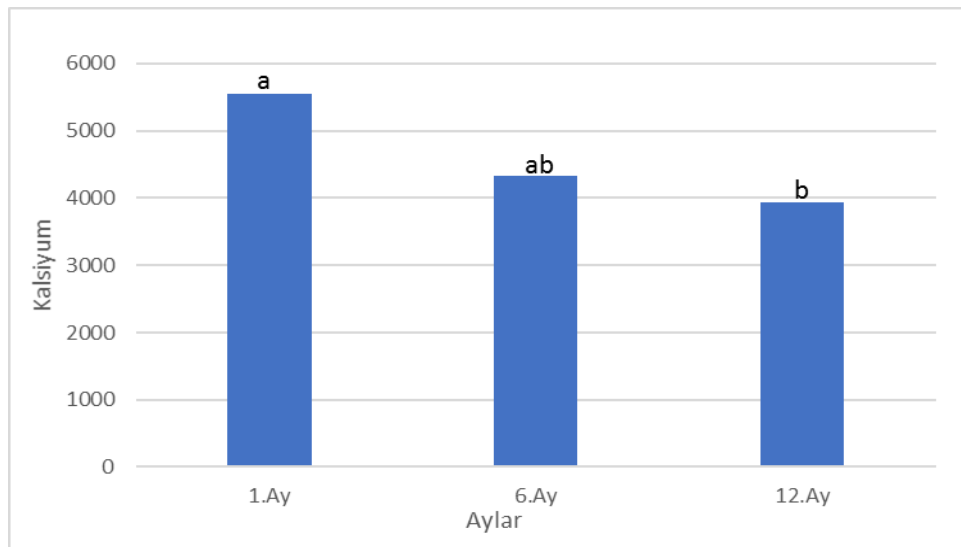
Şekil 3.5. Yanmış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde kalsiyumun zamana bağlı değişimi.

Bu derinlik kademesin kalsiyum değerlerine ilişkin arazi kullanımı x süre etkileşimi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak kalsiyum miktarlarının değişimini gösteren tabloya bakıldığında 5-10 cm derinlik kademesinde en yüksek kalsiyum 6093 mg/l ile yanmış OT de 1. ayda, en düşük ise 3814 mg/l ile Meşede 12. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.10.).

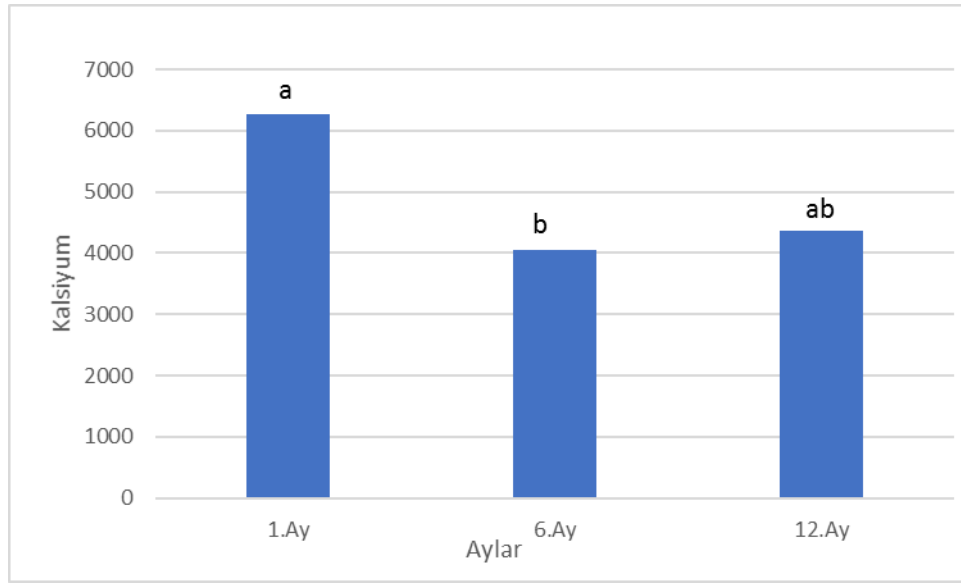
Çizelge 3.10. Yanmış ve yanmamış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	5468,17	4512,33	4142,33
Yanmış Diri Örtü	5829,83	4099,33	4560,67
OT	5137,50	4145,33	4179,67
Yanmış OT	6093,83	4413,00	4518,33
Meşe	5108,50	4120,33	3814,00
Yanmış Meşe	5646,83	4003,00	4339,67

Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların 10-20 cm ve 20-40 cm derinlik kademesindeki kalsiyum değerlerindeki değişimde üst toprakların kalsiyum miktarlarındaki değişimle paralel bir durum izlemiş olup arazi kullanımına bağlı değişim istatistiksel olarak önemli bulunmaz iken ($P>0,05$) zamana bağlı değişim önemli bulunmuştur. ($P<0,05$). Zamana bağlı değişimde ise gerek 10-20 cm gerekse 20-40 cm derinlik kademelerindeki kalsiyum değerleri yangından sonra en yüksek çıkarken diğer dönemlerde düşük çıkmıştır. (Şekil 3.6, Şekil 3.7.).



Şekil 3.6. Yanmış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.



Şekil 3.7. Yanmış 20-40 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.

Bu derinlik kademelerinde (10-20 cm ve 20-40 cm) kalsiyum değerlerine ilişkin arazi kullanımı x süre etkileşimi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Ancak arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak kalsiyum miktarlarının bu derinlik kademelerindeki değişim Çizelge 3.11. ve Çizelge 3.12. de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	5158,50	3795,50	5060,00
Yanmış Diri Örtü	5367,83	4019,33	4202,00
OT	5730,83	4477,00	4463,67
Yanmış OT	6199,17	4741,33	4724,67
Meşe	5087,50	4384,33	4198,67
Yanmış Meşe	5091,83	4230,33	4348,50

Çizelge 3.12. Yanmış ve yanmamış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde Kalsiyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	6672,50	5726,30	4780,00
Yanmış Diri Örtü	6018,50	4876,00	4540,50
OT	6329,17	5392,00	5148,33
Yanmış OT	7026,50	5610,00	5318,67
Meşe	5766,50	4919,33	4131,00
Yanmış Meşe	5743,50	4888,33	4769,67

3.1.4. Magnezyum (Mg+2)

Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların topraklarının magnezyum değerleri incelendiğinde bütün derinlik kademlerinde gerek arazi kullanımı gerekse zamana bağlı olarak meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Yine arazi kullanımı x zaman etkileşimi de bütün derinlik kademelerinde istatistiksel olarak önemli bulunmamış olup ($P>0,05$) burada genel bilgi olarak bütün derinlik kademelerindeki magnezyum değerlerinin görülebilmesi açısından arazi kullanımı x zaman etkileşimi tabloları verilmiştir. 0-5 cm derinlik kademesinde en yüksek magnezyum 1391 mg/l ile meşe ormanında 1. ayda en düşük magnezyum 494 mg/l ile yanmış OT de 12. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.13.). Orman yangınlarından sonra alanlarda topraktaki magnezyum yapısının artış gösterdiği yapılan çalışmalar da tespit edilmiştir. Organik yapılarda bulunan magnezyum yanma sonucunda külde birikmekte buda yıkanma sonucunda toprağa karışmaktadır. Dolayısıyla üst topraktaki magnezyum miktarında artış gözlenmektedir. Kontrollü yakma ve mekanizasyonun toprak yapısındaki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, sahalarda kontrollü yakmayla beraber mekanizasyonun üst topraktaki magnezyum oranını artırdığı ve çalışmada en fazla magnezyum oranının bu ünite de olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında çalışmada kontrollü yakma ünitesinin kontrol noktasına kıyasla daha fazla magnezyum barındırdığı gözlemlenmiştir (Gürlevik ve diğ., 2009). Ayrıca Parlak (2018)'in yaptığı çalışma yanma sahasında en fazla magnezyum ölçülmekle beraber zamana bağlı değişimde magnezyum oranının sahanın ileriki aşamalarında düştüğü tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda da her ne kadar istatistiksel olarak önemli çıkmasa da özellikle 0-5 cm derinlik kademesinde bütün arazi kullanımlarında yangından sonra toprakların magnezyum miktarında artış gözlemlenmiştir (Çizelge 3.13).

Çizelge 3.13. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde
Magnezyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	808,60	737,57	726,30
Yanmış Diri Örtü	895,23	636,20	815,40
OT	664,70	620,40	1317,05
Yanmış OT	699,13	862,00	494,45
Meşe	1391,60	1102,37	1062,07
Yanmış Meşe	845,63	766,07	754,07

5-10 cm derinlik kademesinde en yüksek magnezyum 1320 mg/l ile meşe ormanında 1. ayda en düşük magnezyum 593 mg/l ile yanmış OT de 1. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.14.).

Çizelge 3.14. Yanmış ve yanmamış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde
Magnezyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	746,20	755,43	752,70
Yanmış Diri Örtü	855,17	621,63	787,63
OT	762,97	1117,60	1252,63
Yanmış OT	593,43	825,80	851,30
Meşe	1320,67	1107,03	1044,17
Yanmış Meşe	853,10	766,27	775,07

10-20 cm derinlik kademesinde en yüksek magnezyum 1504 mg/l ile meşe ormanında 1. ayda en düşük magnezyum 524 mg/l ile yanmış OT de 1. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.15.).

Çizelge 3.15. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde
Magnezyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	730,57	799,75	954,87
Yanmış Diri Örtü	988,97	646,67	739,87
OT	813,70	1201,60	1194,40
Yanmış OT	524,37	848,43	903,90
Meşe	1504,43	1262,93	1217,00
Yanmış Meşe	655,43	863,30	913,10

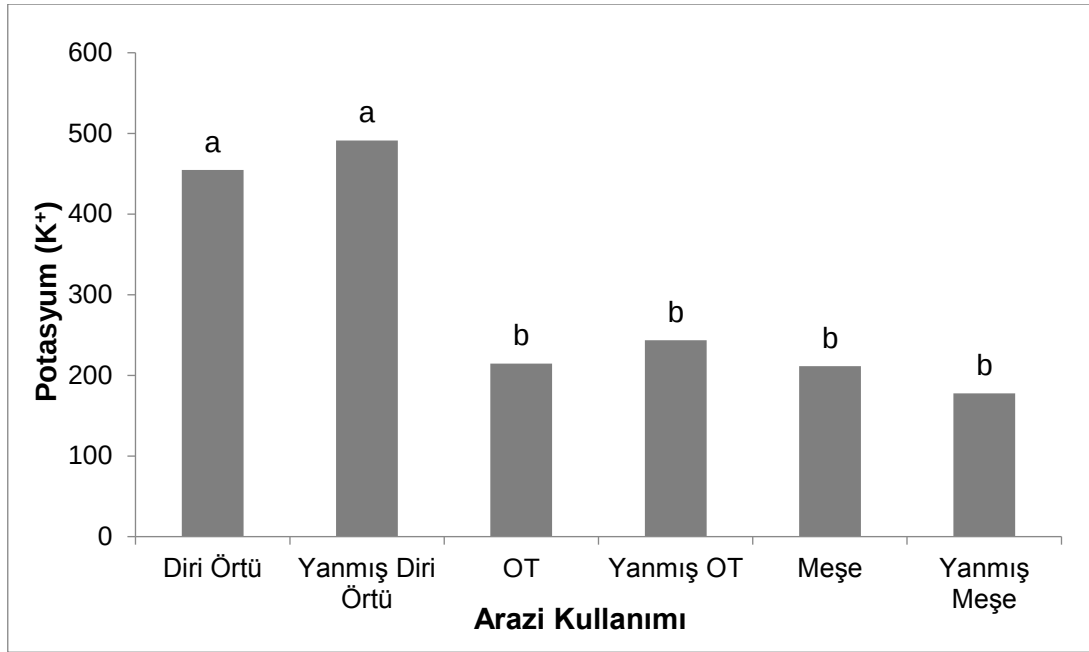
20-40 cm derinlik kademesinde en yüksek magnezyum 1860 mg/l ile meşe ormanında 1. ayda en düşük magnezyum 535 mg/l ile yanmış OT de 1. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.16.)

Çizelge 3.16. Yanmış ve yanmamış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde Magnezyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	1012,40	956,00	901,30
Yanmış Diri Örtü	1079,50	641,70	644,40
OT	798,60	1241,33	1244,90
Yanmış OT	535,27	863,77	891,43
Meşe	1860,33	1511,57	1514,23
Yanmış Meşe	952,33	1033,73	778,57

3.1.5. Potasyum (K⁺)

Toprakların 0-5 cm toprak derinlik kademesindeki potasyum miktarındaki değişim incelediğinde arazi kullanımında anlamlı ($P<0,05$), ancak zamana bağlı etkileşimin yanmış sahalarda 0-5 cm derinlik kademesindeki toprakların potasyum miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadıkları belirlenmiştir ($P>0,05$). Bu bağlamda 0-5 cm derinlik kademesinde en yüksek potasyum miktarı 491,2 mg/l ile yanmış diri örtüde, en düşük 177,5 mg/l ile yanmış meşe de ölçülmüştür (Şekil 3.8.). Yine zamana bağlı olarak değişime bakıldığında 415 mg/l ile 1. ayda en yüksek potasyum miktarı ölçülürken 6. ay ve 12. aydaki potasyum değerleri daha düşük ölçülmüştür. Yanmış alanlardaki potasyumun arttığı Ekinci (2006) ve Parlak (2018) tarafından da tespit edilmiştir. Norouzi ve Ramezanzpour (2013) İran'da yaptığı bir araştırmada K, Ca, Mg ve faydalanabilir P miktarının artırdığını tespit etmişlerdir. A ve O horizonundaki katyon (Ca^{+2} , Mg^{+2} , K^{+} , Na^{+}) miktarlarındaki azalmaların yangından sonra toprak yüzeyinde biriken külün kaybına neden olan erozyon süreciyle ilişkilidir. Topraktaki katyonlar yüksek volatilizasyon sıcaklıkları nedeniyle kaybolmazlar, fakat yüzeysel akış ve erozyonla kaybolurlar (Caon ve ark. 2014).



Şekil 3.8. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 0-5 cm derinlik kademesindeki Potasyum değişimi.

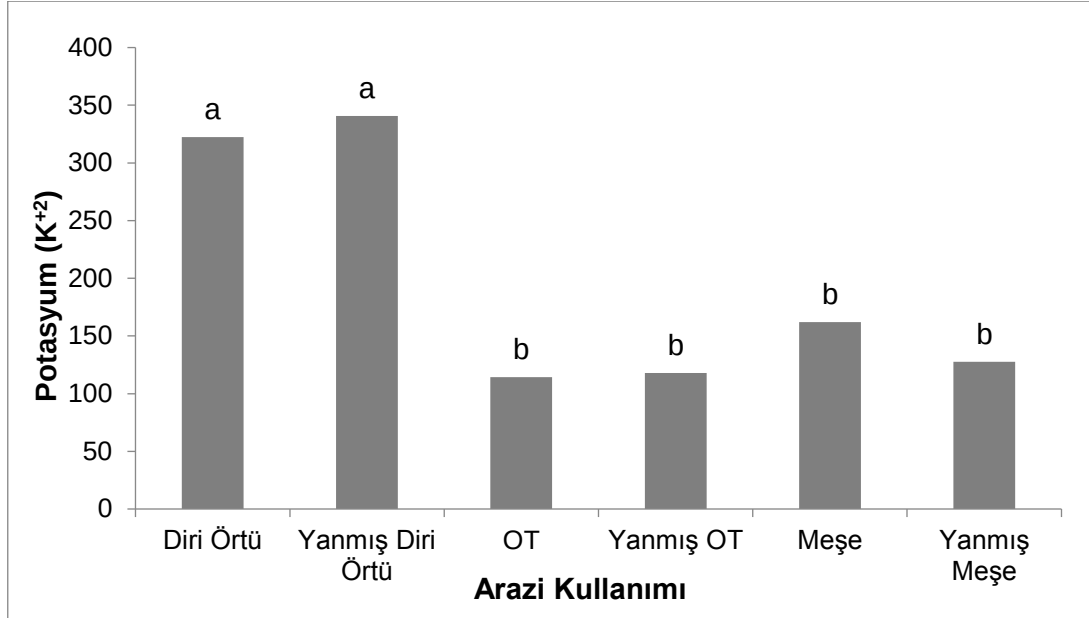
Bu derinlik kademesinde potasyum değerlerine ilişkin arazi kullanımı x süre etkileşimi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak potasyum miktarlarının değişimini gösteren tabloya bakıldığında 0-5 cm derinlik kademesinde en yüksek potasyum 632,3 mg/l ile diri örtü 1. ayda, en düşük ise 105,7 mg/l ile Yanmış meşe 12. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.17.).

Çizelge 3.17. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde potasyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	632,37	421,48	309,77
Yanmış Diri Örtü	560,22	491,21	422,23
OT	343,50	174,69	125,79
Yanmış OT	291,42	162,85	292,23
Meşe	377,68	150,76	105,87
Yanmış Meşe	261,49	165,44	105,76

Toprakların 5-10 cm toprak derinlik kademesindeki potasyum miktarındaki değişim incelediğinde de üst toprak (0-5 cm) katmanı ile benzer bir etkinin gözlemlendiği ve

arazi kullanımında anlamlı ($P<0,05$), ancak zamana bağlı etkileşimin yanmış sahalarda bu derinlik kademesindeki toprakların potasyum miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadıkları belirlenmiştir ($P>0,05$). Bu bağlamda 5-10 cm derinlik kademesinde en yüksek potasyum miktarı 340,6 mg/l ile yanmış diri örtüde, en düşük 114,2 mg/l ile OT de ölçülmüştür (Şekil 3.9.).



Şekil 3.9. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 5-10 cm derinlik kademesindeki Potasyum değişimi.

Bu derinlik kademesinde de yine potasyum değerlerine ilişkin arazi kullanımı x süre etkileşimi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak potasyum miktarlarının değişimini gösteren tabloya bakıldığında 5-10 cm derinlik kademesinde en yüksek potasyum 493,7 mg/l ile diri örtü 1. ayda, en düşük ise 50,7 mg/l ile Yanmış meşe 12. ayda ölçülmüştür (Çizelge 3.18.).

Çizelge 3.18. Yanmış ve yanmamış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde potasyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	493,77	301,51	172,26
Yanmış Diri Örtü	419,30	296,90	305,67
OT	164,68	86,16	91,96
Yanmış OT	172,37	87,75	93,46
Meşe	356,62	66,63	62,47
Yanmış Meşe	245,19	87,09	50,76

Yine bu derinlik kademesinde de potasyum değerlerine ilişkin arazi kullanımı x süre etkileşimi önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak potasyum miktarlarının değişimi Çizelge 3.19’de verilmiştir.

Çizelge 3.19. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde potasyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	380,51	83,93	109,40
Yanmış Diri Örtü	113,14	126,78	124,23
OT	91,56	68,66	74,93
Yanmış OT	89,04	60,03	68,74
Meşe	190,72	67,38	53,42
Yanmış Meşe	83,13	45,34	35,29

Toprakların 20-40 cm derinlik kademesinde potasyum miktarlarına ait istatistiksel analizde ise arazi kullanımı, zaman ve arazi kullanımı zaman etkileşimi faktörleri önemsiz bulunmuştur ($P>0,05$). Bu derinlik kademesinde de potasyum değerlerine ilişkin arazi kullanımlarına ve zamana bağlı olarak potasyum miktarlarının değişimi aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.20).

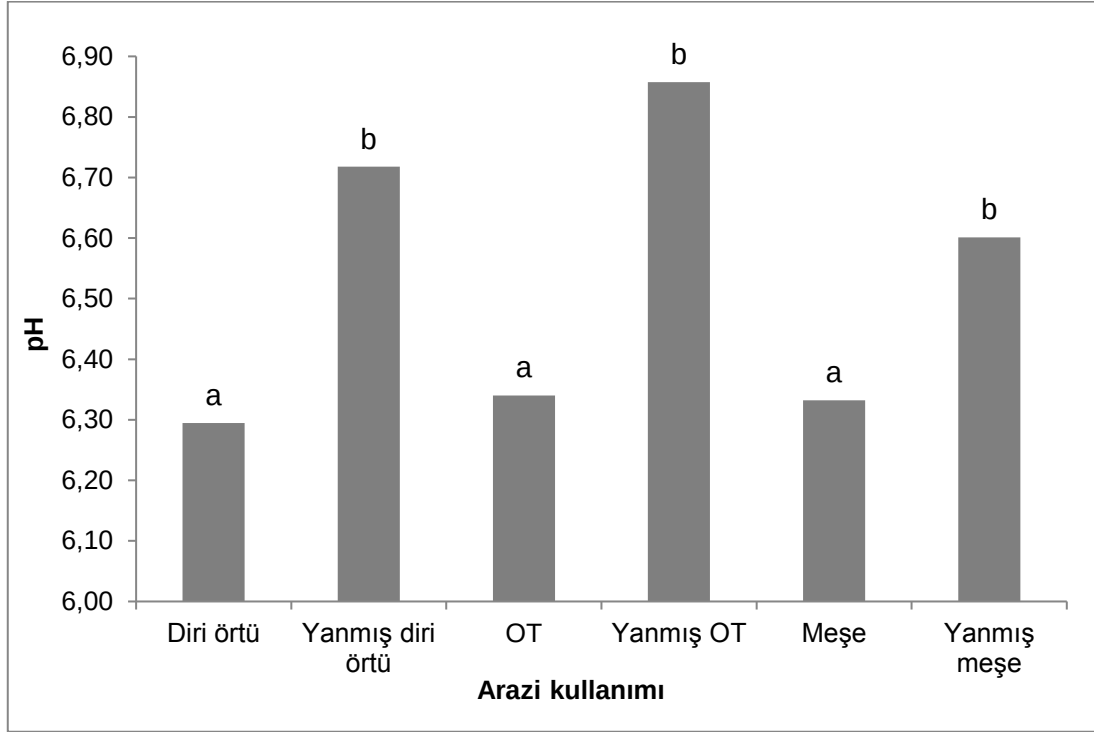
Çizelge 3.20. Yanmış ve yanmamış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde potasyumun zamana bağlı değişimi.

Arazi Kullanımı	Yangından Sonra Geçen Süre		
	1. Ay	6. Ay	12. Ay
Diri Örtü	259,99		81,01
Yanmış Diri Örtü	78,11	67,32	144,60
OT	64,61	60,56	73,21
Yanmış OT	76,37	50,48	57,77
Meşe	165,95	43,21	50,75
Yanmış Meşe	42,28	34,63	28,49

3.1.6. Toprak Reaksiyonu (pH)

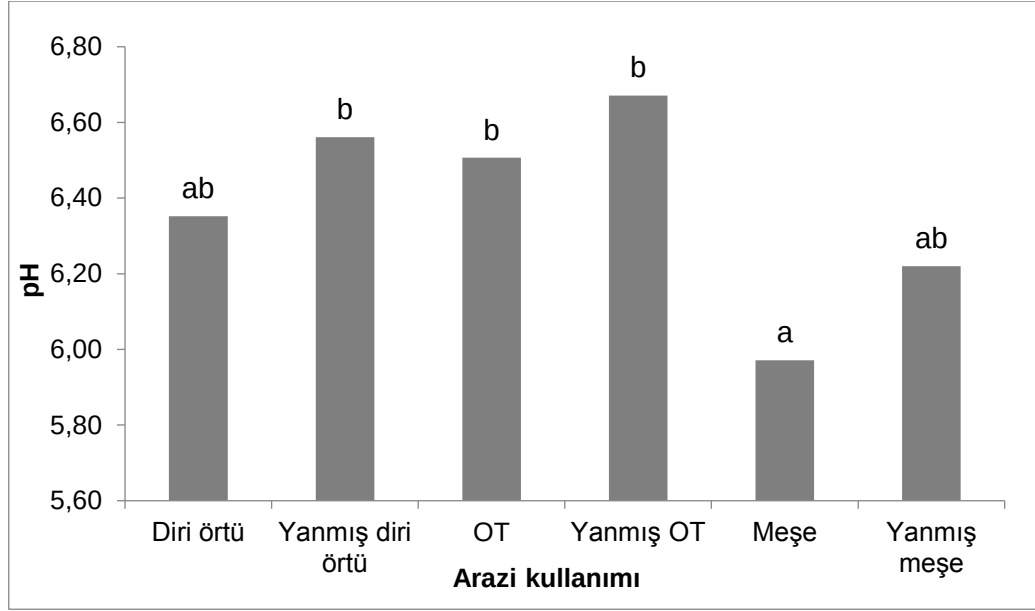
Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların üs toprak (0-5 cm) pH değerlerindeki değişim arazi kullanımında anlamlı ($P<0,05$), ancak zamana bağlı etkileşimin yanmış sahalarda açısından incelendiğinde istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Topraktaki kimyasal yapı açısından N, P, K, Ca, Mg, Na miktarının ve pH değerinin artacağı yapılan çalışmalarla desteklenmiştir (Şengönül,

1985; Eron ve Gürbüz, 1988; Neyişçi, 1989; Boydak vd., 1996; Gürlevik ve diğ., 2009). Ulery ve diğ. (1993) yanan toprakların yüzey horizonlarındaki yüksek pH değerlerinin oksitler, hidroksitler ile K ve Na karbonatların oluşumundan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada ise üniteler bazında farklılıklar olsa da genel olarak bu yapıların yangın görmüş alanlarda daha fazla çıkması yapılan çalışmalarla olan paralellliğini göstermektedir. Arazi kullanımları bağlamında en düşük pH 6,29 ile diri örtüde en yüksek pH 6,85 ile Yanmış OT de ölçülmüştür (Şekil 3.10.).

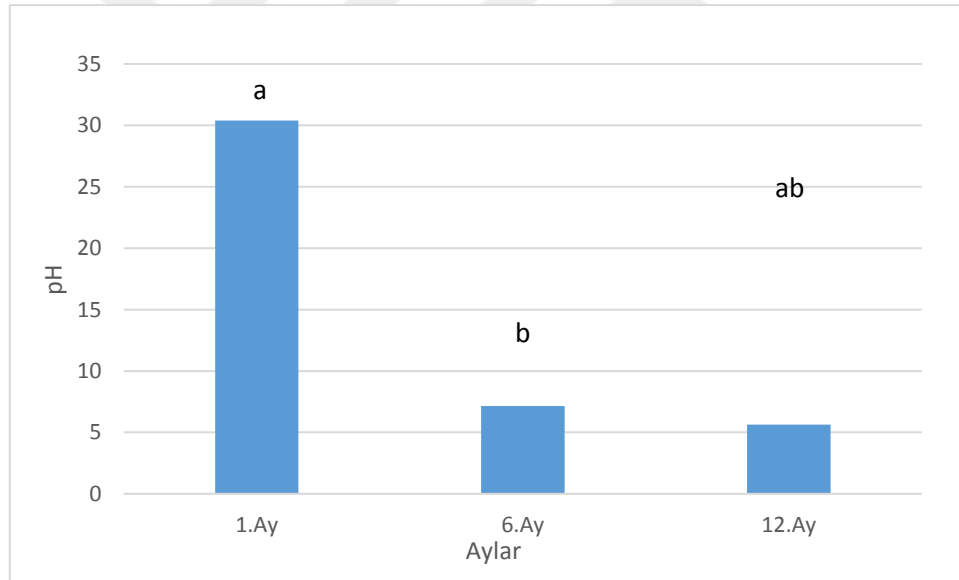


Şekil 3.10. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 0-5 cm derinlik kademesindeki pH değişimi.

Toprakların 5-10 cm toprak derinlik kademesindeki pH değerlerindeki değişim incelediğinde hem arazi kullanımının hem de zamanın 5-10 cm derinlik kademesindeki toprakların pH değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip oldukları belirlenmiştir ($P<0,05$). Bu bağlamda 5-10 cm derinlik kademesinde en yüksek pH 6,67 ile yanmış OT de, en düşük 5,97 ile meşede ölçülmüştür. Yine zamana bağlı olarak değişime bakıldığında 6,61 ile 1. ayda en yüksek pH ölçülürken 6,06 ile 6. ayda en düşük pH değeri ölçülmüştür (Şekil 3.11 ve Şekil 3.12).

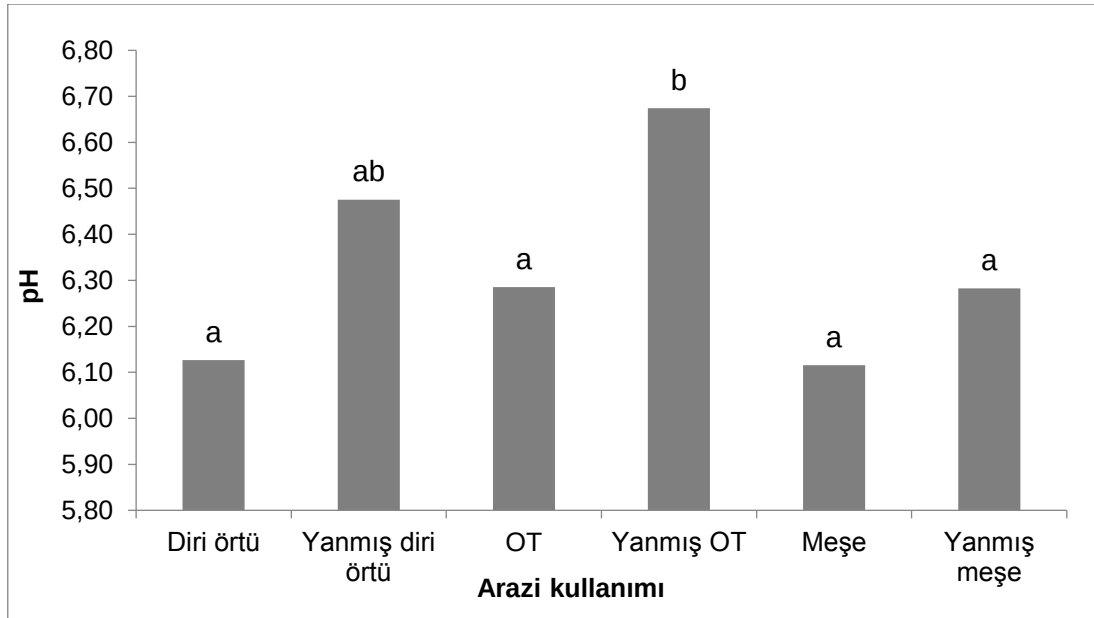


Şekil 3.11. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 5-10 cm derinlik kademesindeki pH değişimi.



Şekil 3.12. Yanmış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde pH'nın zamana bağlı değişimi.

Toprakların 10-20 cm toprak derinlik kademesindeki pH değerlerindeki değişim incelediğinde arazi kullanımında anlamlı ($P < 0,05$), ancak zamana bağlı etkileşimin yanmış sahalarda 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların pH değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadıkları belirlenmiştir ($P > 0,05$). Bu bağlamda 10-20 cm derinlik kademesinde arazi kullanımına ve zamana bağlı toprak pH'sındaki değişim Şekil 3.13'de verilmiştir.



Şekil 3.13. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 10-20 cm derinlik kademesindeki pH değişimi.

Toprakların 20-40 cm toprak derinlik kademesindeki pH değerlerindeki değişim incelediğinde arazi kullanımının ve zamanın istatistiksel olarak önemli olmadığı ($p>0,05$) belirlenmiştir.

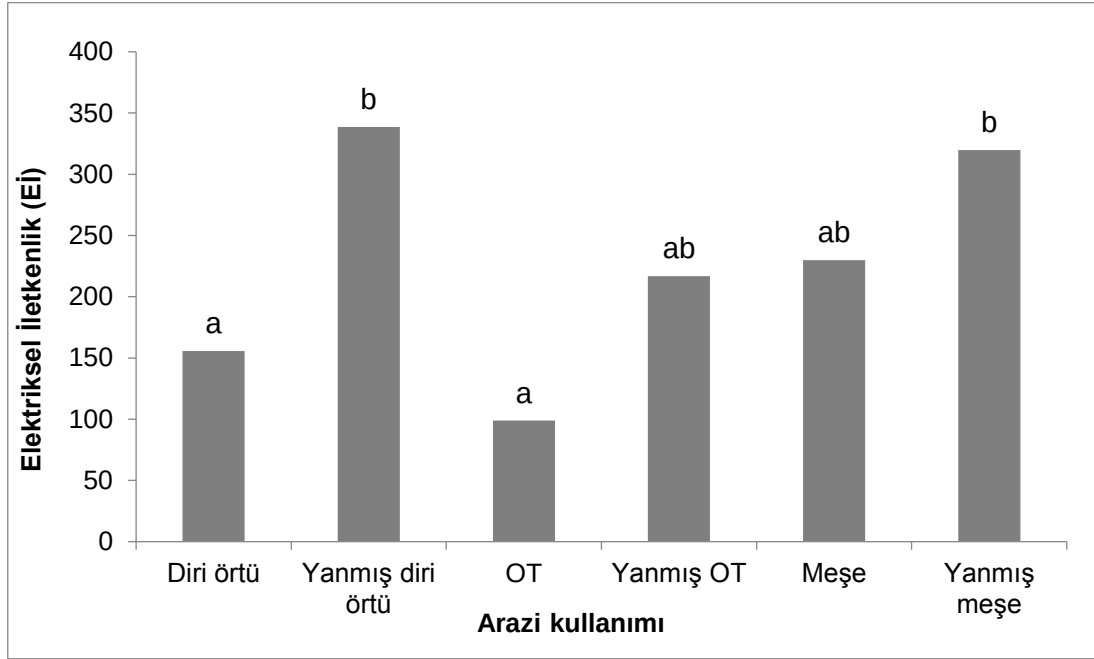
Toprakların pH değerlerine ilişkin yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre bütün derinlik kademelerinde arazi kullanımı zaman etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

3.1.7. Elektriksel İletkenlik (Eİ)

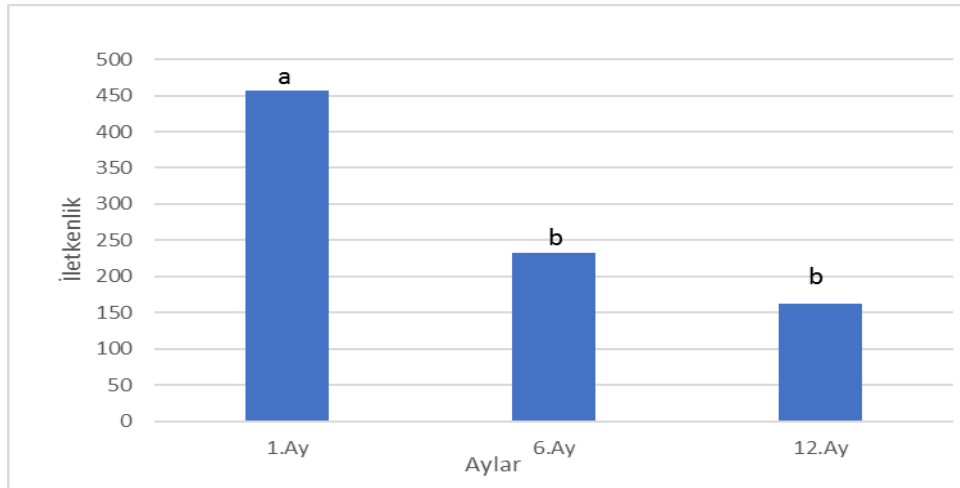
Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların üst toprak (0-5 cm) elektriksel iletkenlik (Eİ) değerlerindeki değişim zamana bağlı olarak ve arazi kullanımları açısından incelendiğinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Parlak (2018) yaptığı çalışmada yanmış sahalarda 4 değişik zamanda alınan toprak örneklerinin EC değerleri alansal farklılıkta yanmayan sahalardan daha yüksek çıkarken zamansal olarak ta 1. aydaki örneklemede en yüksek çıkmıştır (1.11 dS m⁻¹). Dolayısı ile sebebini organik maddenin yangının ardından geriye kül tabakası bırakmasını ve oluşan külün inorganik formda Ca²⁺, Mg²⁺ ve K⁺ içermesini dolayısıyla da EC değerlerini yükselttiği savunmuştur. Yapılan diğer çalışmalarda bu yargıyı desteklemektedir (Iglesias ve ark., 1997; Kara ve Bolat, 2009). EC değerinde ki zamana bağlı düşüşü ise alanda yağışlara bağlı gerçekleşen absorpsiyon, yıkanma ve erozyon

sonucunda olduğunu savunmuştur (Parlak, 2018). Yaptığımız çalışma ise bu çalışmalardaki verilerle uyumluluk göstermekte EC miktarı yangından sonra fazla çıksa da zamansal ilerlemede düşüş yönünde bir eğilim göstermiştir.

Bu bağlamda arazi kullanımları açısından en düşük Eİ 98,8 ile OT de en yüksek Eİ 338,6 ile Yanmış Diri Örtüde ölçülmüştür (Şekil 3.14.). Zamana bağlı değişimde ise en düşük Eİ 161,9 ile 12. ayda en yüksek Eİ ise 456,73 ile 1. ayda ölçülmüştür (Şekil 3.15.).

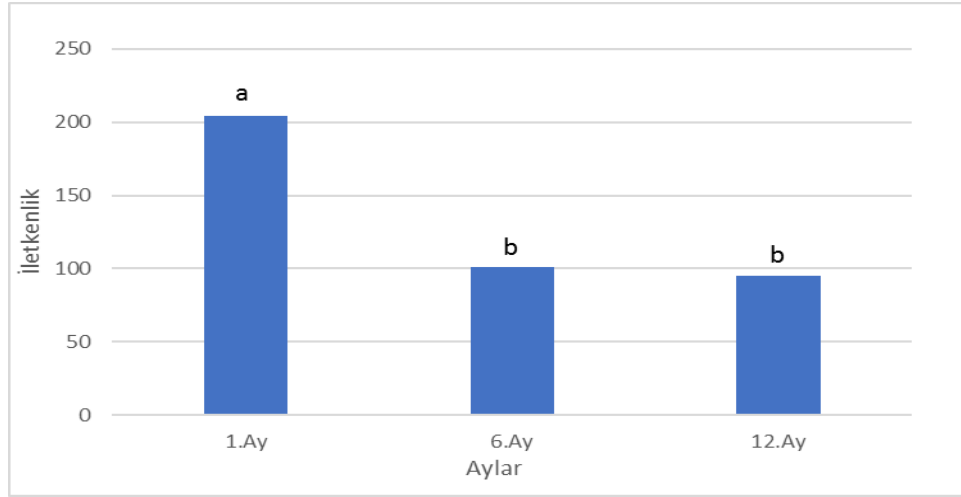


Şekil 3.14. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 0-5 cm derinlik kademesindeki Eİ değişimi.



Şekil 3.15. Yanmış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde Eİ nin zamana bağlı değişimi.

Toprakların 5-10 cm derinlik kademesindeki Eİ değerlerindeki değişim incelendiğinde yanmış sahalarda zamana bağlı olarak 5-10 cm derinlik kademesindeki toprakların Eİ değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir değişimin meydana geldiği ($P<0,05$) buna karşılık arazi kullanımı açısından önemli bir değişiminin olmadığı belirlenmiştir. Bu bağlamda zamana bağlı olarak değişime bakıldığında 204 ile 1. ayda en yüksek Eİ 94,9 ile 12. ayda en düşük Eİ değeri ölçülmüştür (Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Yanmış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde Eİ nin zamana bağlı değişimi.

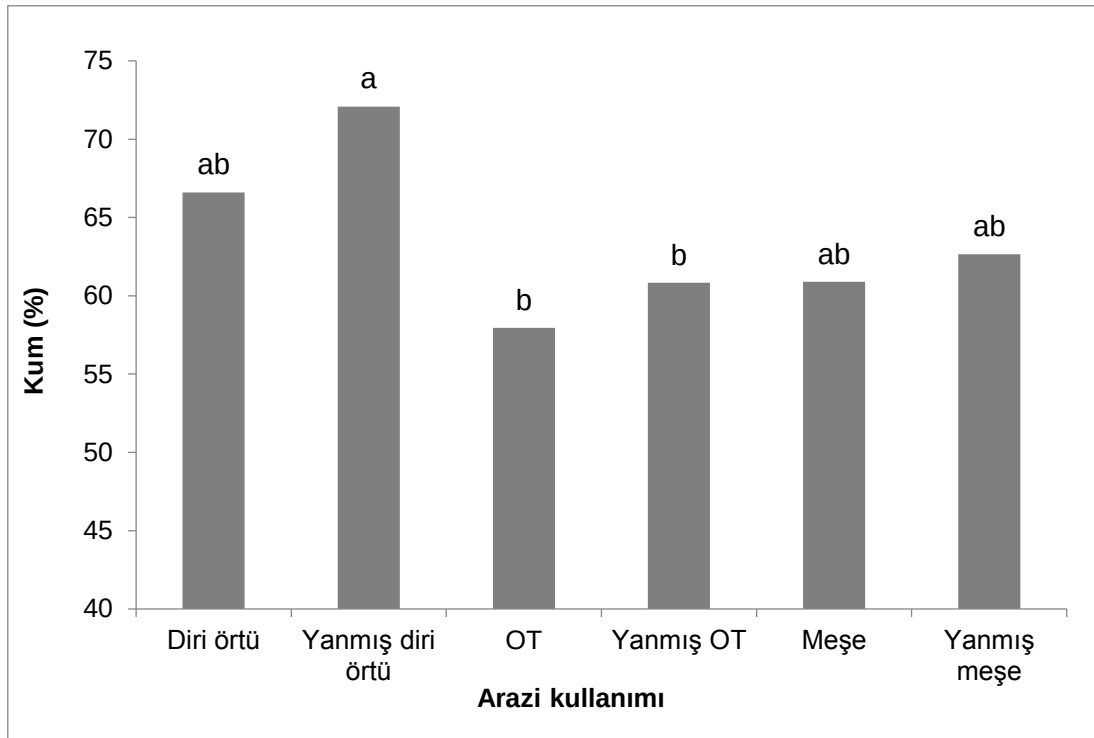
Toprakların 20-40 cm derinlik kademesindeki Eİ değerlerindeki değişim incelendiğinde ise bundan önceki derinlik kademelerinin aksine bir değişim gösterdiği ve hem zamana bağlı olarak hem de arazi kullanımına bağlı olarak istatistiksel olarak önemli bir değişimin gözlemlenmediği belirlenmiştir ($P>0,05$). Kısacası bu derinlik kademesinde yangının toprakların Eİ değerleri üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Toprakların Eİ değerlerine ilişkin yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre bütün derinlik kademelerinde arazi kullanımı zaman etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

3.2. YANGININ HİDROFİZİKSEL TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

3.2.1. Kum (%)

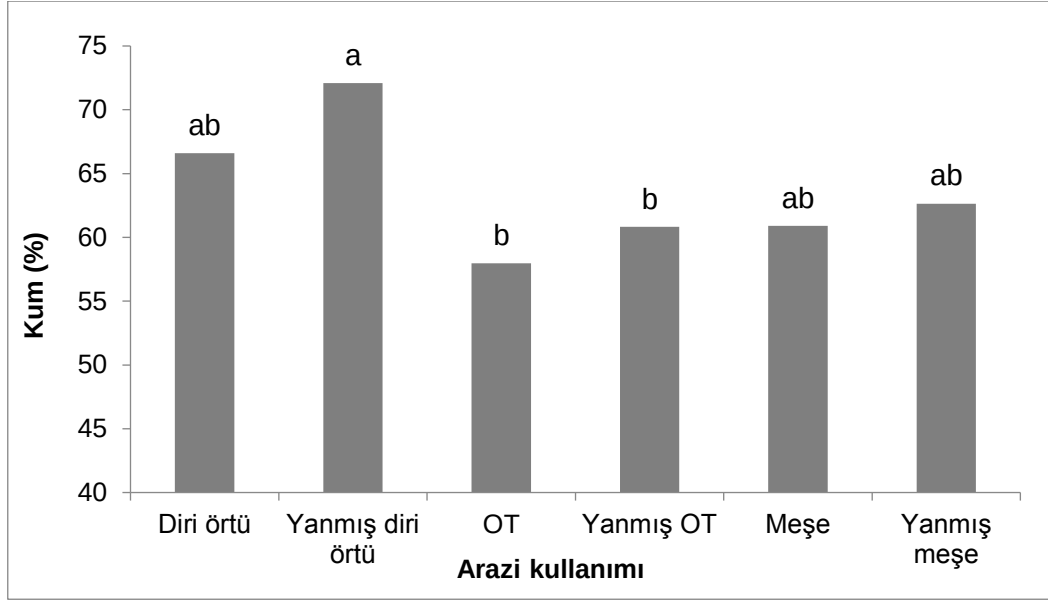
Farklı arazi kullanım tiplerindeki alanların üst toprak (0-5 cm) kum değerlerindeki değişim incelendiğinde istatistiksel olarak önemli bir fark gözlemlenmiştir ($P<0,05$).

Bu bağlamda en düşük kum değeri %57,9 ile orman içi açıklık (OT) ta, en yüksek kum değeri %72 ile yanmış diri örtü (YDÖ) de ölçülmüştür (Şekil 3.17.). Toprağın tekstür yapısı kum kil ve toz tanelerinin bileşiminden meydana gelen kompleks bir yapıdır. Dolayısı ile bu yapılardan birinin azalması yapıdaki diğer bileşenlerin oranını artıracaktır. Yapılan çalışmalarda yangınlardan sonra meydana gelen yüzeysel akışın sebebiyle toprak yapısındaki kil miktarında düşüşe neden olduğu dolayısıyla da bileşenlerden azalan yapı yerine diğerlerinde oransal bazda artışlar gösterdiğini tespit etmiştir (Gürlevik, 2009; Parlak, 2018).

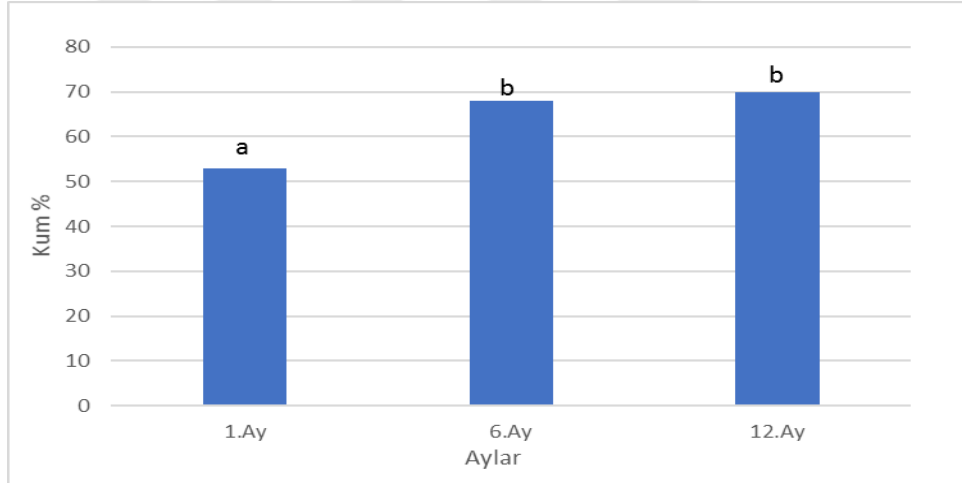


Şekil 3.17. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 0-5 cm derinlik kademesindeki kum değerlerindeki değişim.

Toprakların 5-10 cm toprak derinlik kademesindeki kum miktarındaki değişim incelediğinde arazi kullanımının 5-10 cm derinlik kademesindeki toprakların kum miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip oldukları belirlenmiştir ($P < 0,05$). Bu değişim Şekil 3.18' de verilmiştir.

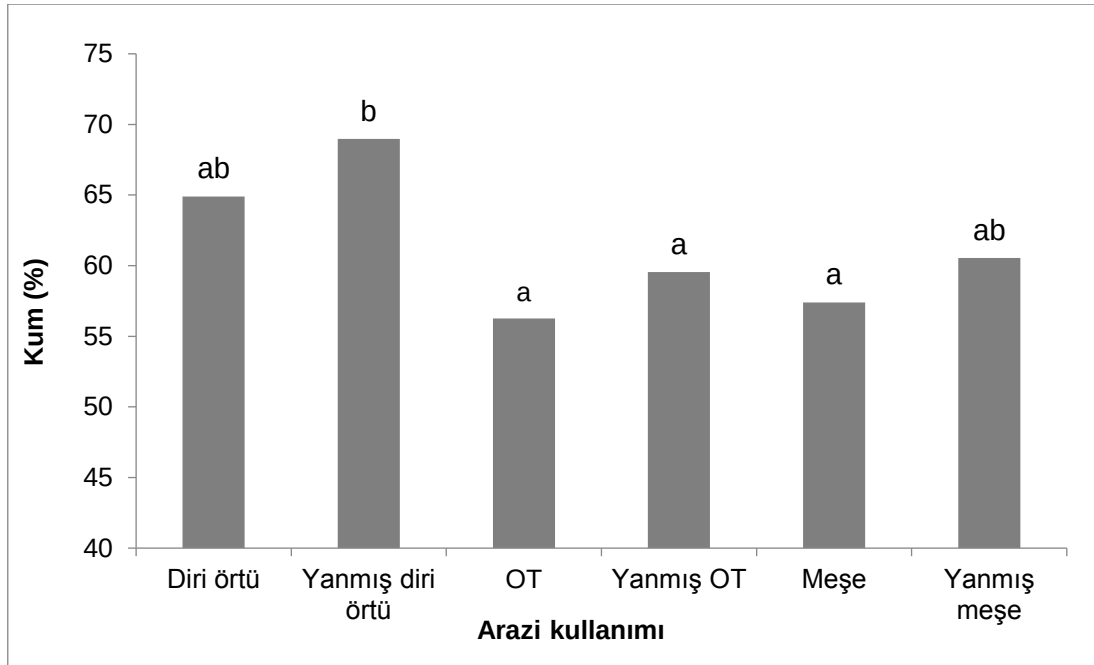


Şekil 3.18. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 5-10 cm derinlik kademesindeki kum değerlerindeki değişim.



Şekil 3.19. Yanmış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde kum değerlerinin zamana bağlı değişimi.

Toprakların 10-20 cm derinlik kademelerindeki kum değişimi de üst topraklardaki değişime benzer şekilde arazi kullanımında anlamlı ($P < 0,05$), ancak zamana bağlı etkileşimin yanmış sahalarda istatistiksel anlamda önemli bulunmamıştır ($P > 0,05$). Bu derinlik kademesinde en yüksek kum miktarı %68,9 ile yanmış diri örtüde en düşük kum miktarı ise %56,2 ile OT de ölçülmüştür (Şekil 3.20.).



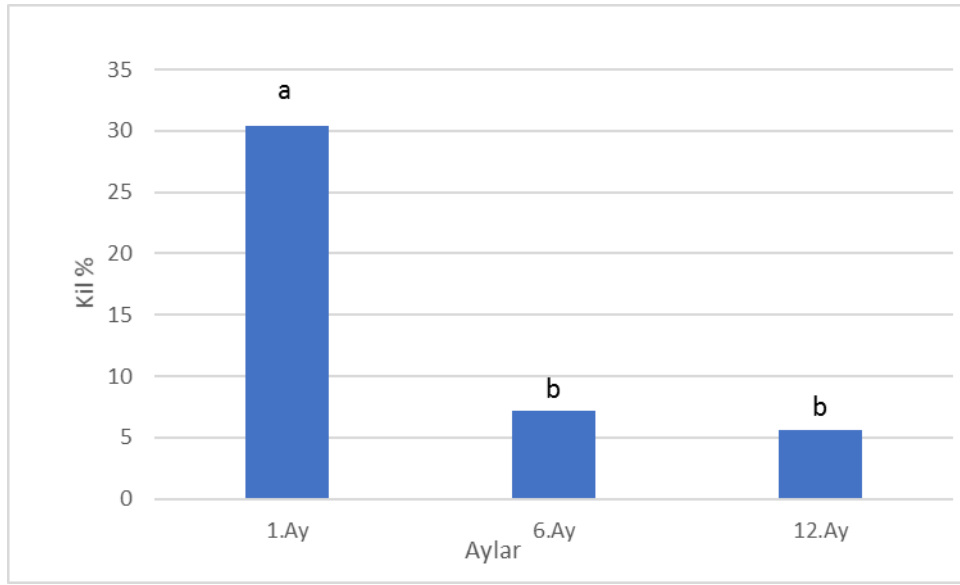
Şekil 3.20. Yanmış ve yanmamış arazilerdeki 10-20 cm derinlik kademesindeki kum değerlerindeki değişim.

20-40 cm derinlik kademesinde ise diğer toprak kademelerindekinin aksine arazi kullanımı ve zamana bağlı değişimler istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Toprakların Kum (%) değerlerine ilişkin yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre bütün derinlik kademelerinde arazi kullanımı zaman etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

3.2.2. Kil (%)

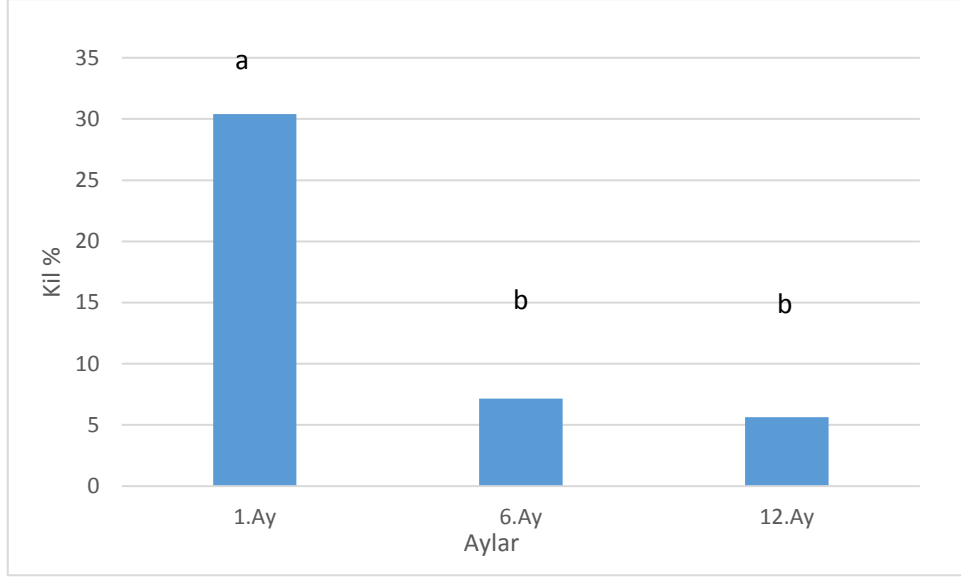
Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların üs toprak (0-5 cm) kil değerlerindeki değişim arazi kullanımları ve zaman açısından incelendiğinde arazi kullanımı açısından önemli bir ilişki bulunmaz iken ($P>0,05$) zamana bağlı değişim istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0,05$). Toprak içerisinde ki agregat stabilitesi durumu hali hazırda kompleks bir yapıya sahipken yangından sonra daha da kompleks bir hal almaktadır. Yangınların sonunda etkilenen organik madde, toprak mikrobiyolojisi, su tutma kapasitesi ve toprak mineralojisi yapıları topraktaki agregat stabilitesine doğrudan etkileşimli olduğu için yangının topraktaki agregat stabilitesine karşı etkisi oldukça karmaşıktır (Parlak, 2018). Yapılan araştırmalardan bazıları yüksek şiddetteki orman yangınları sonrasında agregat stabilitesinin azaldığını, bazıları da arttığını tespit etmişlerdir (Llovet ve diğ., 2009; Mataix-Solera ve diğ., 2011; Parlak,

2012; Parlak, 2018). Campo ve diğ. (2008) ise sahalarda görülen yüksek şiddetteki yangınlardan sonraki ilk yılda topraklarda ortalama tane çapının azaldığını saptamışlardır. Zamanla meydana gelen yağışlar çıplak kalan yüzey üzerinde yüzeysel akışlara dolayısıyla da bu erozyona neden olmuştur. Oluşan erozyon sonucunda da üst tabakalardaki kil miktarında ki kayıp daha büyük parçacıkların artırıp kil içeriğinin düşmesine neden olacaktır (Gürlevik, 2009; Parlak, 2018).. Elde edilen bu sonuç bu alandaki diğer çalışmalarla bağdaşmaktadır. Bu bağlamda en düşük kil değeri %8,0 ile 12. ayda ölçülürken en yüksek kil değeri %30,4 ile birinci ayda ölçülmüştür (Şekil 3.21.)



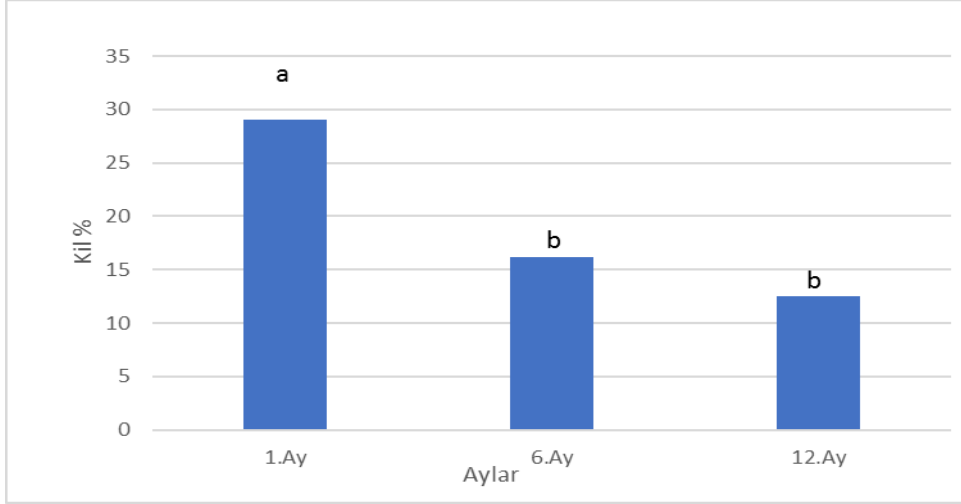
Şekil 3.21. Yanmış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde kil değerlerinin zamana bağlı değişimi.

Toprakların 5-10 cm toprak derinlik kademesindeki kil miktarındaki değişim incelediğinde arazi kullanımının istatistiksel olarak önemli olmadığı ancak zamanın 5-10 cm derinlik kademesindeki toprakların kil miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiş ($P<0,05$) ortalamalar Şekil 3.22’ de verilmiştir.



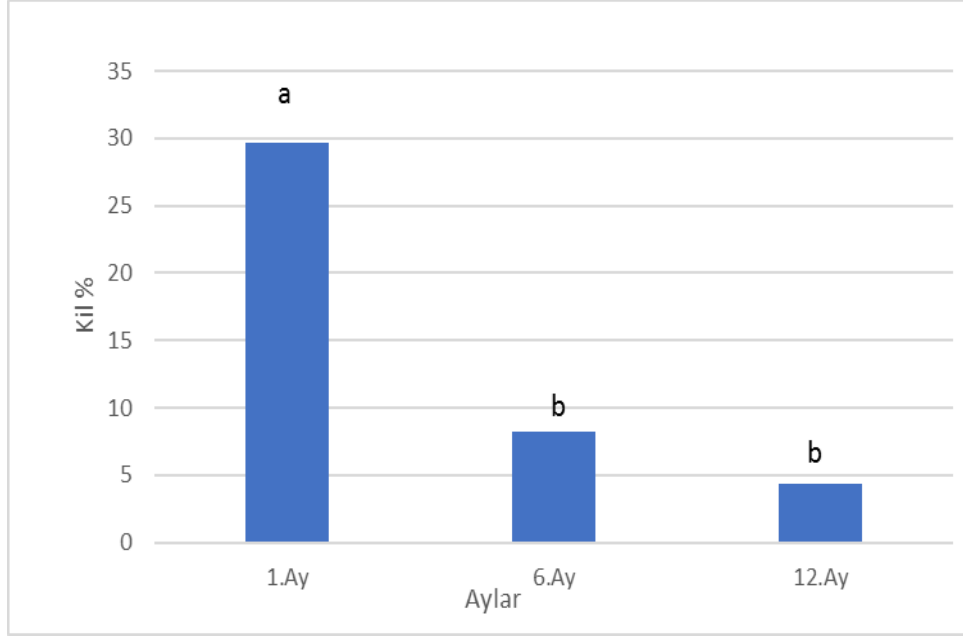
Şekil 3.22. Yanmış arazilerde 5-10 cm derinlik kademesinde kil değerlerinin zamana bağlı değişimi.

Toprakların 10-20 cm derinlik kademelerindeki kil değişimi de üst topraklardaki değişime benzer şekilde arazi kullanımında önemsiz iken ($P>0,05$) zamana bağlı olarak istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 3.23.).



Şekil 3.23. Yanmış ve yanmamış arazilerde 10-20 cm derinlik kademesinde kil değerlerinin zamana bağlı değişimi.

Toprakların 20-40 cm derinlik kademelerindeki kil değişimi de 10-20 cm derinlik kademesindeki topraklardaki değişime benzer şekilde arazi kullanımında önemsiz iken ($P>0,05$) zamana bağlı olarak istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($P<0,05$) (Şekil 3.24.).

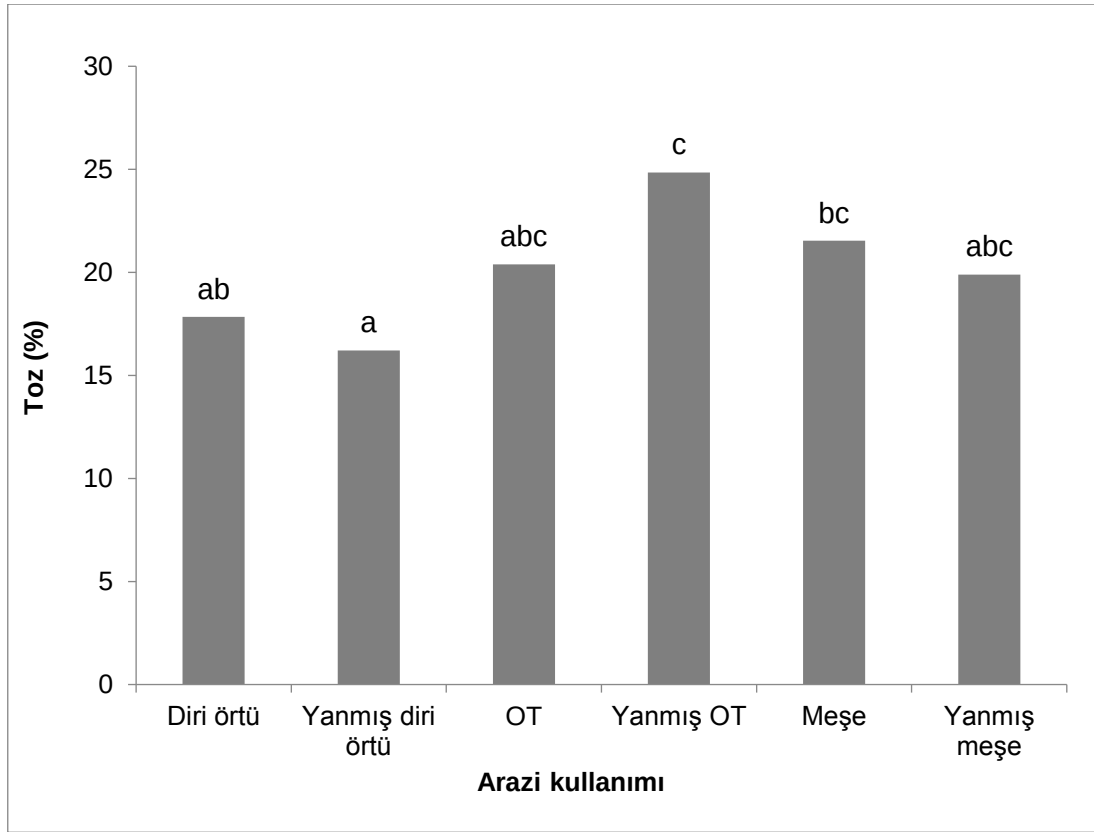


Şekil 3.24. Yanmış arazilerde 20-40 cm derinlik kademesinde kil değerlerinin zamana bağlı değişimi.

Toprakların Kil (%) değerlerine ilişkin yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre bütün derinlik kademelerinde arazi kullanımı zaman etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

3.2.3. Toz (%)

Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların üs toprak (0-5 cm) toz değerlerindeki değişim arazi kullanımında anlamlı ($P<0,05$), ancak zamana bağlı etkileşimin yanmış sahalarda istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Toz değerleri açısından en yüksek değer %24,8 ile yanmış OT de ölçülürken en düşük değer %16,2 ile yanmış Diri örtüde ölçülmüştür (Şekil 3.25.). Yine zamana bağlı değişime bakıldığında en düşük toz değeri %17,6 ile 1. ayda ölçülürken en yüksek toz değeri %21,4 ile 12. ayda ölçülmüştür (Şekil 3.35.) ve (Şekil 3. 36.). Toprak yapısındaki kil miktarının değişiminin toz miktarındaki bu artışa sebebiyet verdiği yapılan çalışmalarla da desteklenmiştir. Yangından sonraki toprak yapılarının araştırıldığı çalışmalarda yangından sonraki toz miktarlarında artış görüldüğü tespit edilmiştir.



Şekil 3.25. Yanmış ve yanmamış arazilerde 0-5 cm derinlik kademesinde toz değerlerinin zamana bağlı değişimi.

Toprakların 5-10 cm toprak derinlik kademesindeki toz miktarındaki değişim incelediğinde bu derinlik kademesindeki toz miktarları üzerinde gerek arazi kullanımının gerekse zamanın istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$).

Toprakların 20-40 cm derinlik kademelerindeki toz değişimi de 10-20 cm derinlik kademesindeki topraklardaki değişime benzer şekilde toz miktarları üzerinde gerek arazi kullanımının gerekse zamanın istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir ($P>0,05$). Toprakların toz (%) değerlerine ilişkin yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre bütün derinlik kademelerinde arazi kullanımı zaman etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$).

3.2.4. Organik Madde (%)

Farklı arazi kullanım tiplerinde yangın görmüş ve görmemiş alanların üst toprak (0-5 cm) organik madde değerleri incelendiğinde arazi kullanımları ve zaman açısından organik madde değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Ancak üst

topraklarda en yüksek organik madde miktarı %14,3 ile yanmış diri örtüde en düşük organik madde miktarı %10,4 ile yanmış OT de ölçülmüştür. Zamana bağlı olarak ise yangından sonraki 6. ayda organik madde miktarı %11,7 iken 12. ayda %12,6 olarak ölçülmüştür. Orman alanlarında yangınla ilk temas eden toprak ekosisteminin parçası ölü örtüdür. Dolayısıyla ölü örtü kalınlığı ve tipi orman yangınlarının toprak üzerinde etkilerini incelemede büyük önem arz etmektedir. Düşük şiddetli yangınlarda ölü örtüdeki kalınlık toprağın yangından zarar görmesini engellerken, ince ölü örtüsü kaplı alanlarda bu durum aynı etkiyle sonuçlanmayıp orman toprağı hafif şiddetli yangından dahi zarar görmektedir (Çepel, 1975). Yapılan bu çalışmaya paralel çıkan sonuçlarda; alanda organik madde miktarının OT alanlarında yangından sonra daha küçük çıkmasının nedeninin alandaki organik madde yoğunluğunun azlığı ve yangından sonra organik madde miktarına bağlı toprağın yangından daha fazla etki gördüğü söylenebilir. Parlak (2018), yaptığı çalışmada ise yangından sonra ki değişimde yanan alanlarda ilk 5 cm'lik kısımda organik madde miktarının yanmış alanda yanmayan alana göre daha fazla çıktığını ve yanmış alanda zamansal olarak düşüş yönünde bir eğilim gösterdiğini belirtmiştir. Ancak yaptığımız çalışmada üst toprakta yangından sonraki süreçte yanmış alandaki organik madde miktarının zamansal olarak arttığı tespit edilmiştir. Bunun sebebi olarak ise Çepel (1975)'in çalışmasındaki yangının alan üzerinde toprağın yapısındaki değişimin yetiştirme muhiti koşullarına göre farklılık gösterdiği söyleminden bahsedilebilir.

Yine toprakların 10-20 cm derinlik kademesindeki organik madde miktarlarındaki değişimde üst topraktaki ile benzer bir özellik göstermiş ve hem arazi kullanımı hem de zamana bağlı değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Bu derinlik kademesinde en yüksek organik madde miktarı %12,0 ile Meşe meşceresinde ölçülürken en düşük organik madde miktarı %9,9 ile yanmış OT de ölçülmüştür. Yine bu derinlik kademesindeki toprakların organik madde miktarları yangından sonraki 6. ayda %10,5 iken 12. ayda %11,3 olarak ölçülmüştür.

Toprakların 20-40 cm derinlik kademesindeki değişimde ve hem arazi kullanımı hem de zamana bağlı değişim istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$). Toprakların organik madde miktarı (%) değerlerine ilişkin yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre bütün derinlik kademelerinde arazi kullanımı x zaman etkileşimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P>0,05$)

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Orman yangınlarının toprağın kimyasal özellikleri üzerine etkisi denilince toprağın besin maddeleri ve reaksiyonu üzerine yapılan etkiler anlaşılır. Bu konuda araştırmalar incelendiğinde birbirinin tam zıddı olan sonuçlar saptandığı görülür. Örneğin bazıları yangından sonra kalsiyumun arttığını, bazıları azaldığını analiz sonuçlarına dayanarak ifade etmektedirler. Çelişkili sonuçlar, karşılaştırma yapılan toprakların aynı özellikte olmaması, yangın süre ve şiddetinin farklı oluşu ve buna benzer diğer nedenlerden ileri gelebilir. Örneğin hafif yangınların, devamlı da olsa toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde çok önemli etkiler yapmadığı veya hiç etkilemediği saptanmış bulunmaktadır. Genel olarak denilebilir ki şiddetli ve uzun süreli yangınlar toprakların kimyasal özelliklerini az veya çok oranda etkileyebilir.

En önemli etki, toprak organik maddesindeki mineral besin elementlerinin yangınlar aracılığı ile açığa çıkartılmasıdır. Birçok araştırmalar yangından sonra bitkiler tarafından alınabilir besin maddelerinin arttığını göstermiştir. Değiştirilebilir (kabili mübadele) kalsiyum, potasyum, fosfor ve diğer besin maddeleri, yangını izleyen belirli bir süre zarfında fazla olarak bulunur ve hemen yıkanıp gitmedikleri için bitki gelişimini artırır. Yalnız kum topraklarında bu kayıp çabuk olabilir. Fakat ince tekstürlü topraklarda olumlu etki birçok yıllar gider. Yangınların azot ve diğer besin maddeleri üzerindeki etkilerini ayrı ayrı incelemek yerinde olacaktır.

Yapılan bu çalışma daha önce yapılan çalışmalara benzer sonuçlar ortaya koymuştur. Nitekim yangının toprağın kimyasal özellikleri üzerine en büyük etkisi ilk 10 cm derinlik kademesine kadar görülmekte bu derinlikten sonra yangının etkisi pek görülmemektedir. Yine yangından sonra toprakta bitki besin maddeleri açısından artış görülmekte olup yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Yapılan çalışma sonuçlarına göre yangından sonra toprak yüzeyinde koruyucu tedbirlerin alınması durumunda yağışlarla birlikte erozyon riski ortaya çıkmakta ve buda gerek kil minerallerinin ve gerekse de bitki besin maddelerinin yıkanarak azalmasına neden olabilmektedir. Özellikle bu durum yangın şiddetinin yüksek olduğu sahalarda daha belirgin olmakta ve yangın şiddetinin yüksek olduğu sahalarda bitki besin maddesi kayıplarının önlenmesi açısından gerekli tedbirlerin alınması öncelik arz etmektedir.

5. KAYNAKLAR

- Agee, J.K. (1993). *Fire Ecology of Pacific Northwest Forests*. Washington, D.C: Island Press.
- Alam, M. S., (1999). Nutrient Uptake by Plants Under Stress Conditions, Handbook of Plant and Crop Stress, Second Edition, Revised and Expanded Edited by Mohammad Pessaakli Chapter 12, 285-314, University of Arizona
- Altun, L., Bilgili, E., Sağlam, B., Küçük, Ö., Yılmaz, M., Tüfekçioğlu, A. (2003). Soil organic matter, soil pH and soil nutrient dynamics in forest stands after fire. İçinde *International Soil Congress (ISC) on "Natural Resource Management for Sustainable Development*.
- Amman, G.D. and Ryan, K.C. 1991, *Insect infestations of fire-injured trees in the Greater Yellowstone Area*, U.S. Dep. Agric. For. Serv. Research Note INT-398. Ogden, UT. 1-9.
- Arianoutsou, M., Thanos C.A. (1996). Legumes in the fire-prone Mediterranean regions: an example from Greece. *International Journal of Wildland Fire*, 6, 77-82.
- Arnon, D.I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant. Physiol.*, 24, 1-15.
- Arp, P.A. 1999, *Soils for Plant Growth Field and Laboratory Manuals Faculty of Forestry and Environmental Management*. University of New Brunswick Canada.
- Badia D, Marti C, Aguirre AJ, Aznar JM, Gonzalez-Perez JA, Rosa JMDL, Leon J, Ibarra P, Echeverria T, (2014). Wildfire effects on nutrients and organic carbon of a Rendzic Phaeozem in NE Spain: Changes at cm-scale topsoil. *Catena*, 113, 267–275.
- Bates, L., Waldren, R.P., Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil.*, 39, 205-207.
- Baysal, İ., Ouellette, M., Antoszek, J. 2011, *Red Lake 084 of 2011: a reconnaissance survey of a large boreal wildfire*. Forest research information. Paper no: 177, 54-37 p.
- Baysal, İ. (2014). 'Orman yangınlarının orman amenajman planlarına entegrasyonu'. (basılmamış) Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Boydak, M., Özhan, S. (1996). Orman Yangını Geçiren Alanların Havza Amenajmanı ve Ağaçlandırma Açısından Değerlendirilmesi: Kıbrıs Örneği. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A46(2), 37-57.
- Bessie, W.C. & Johnson, E.A. (1995). The relative importance of fuels and weather on fire behavior in subalpine forests. *Ecology.*, 76, 747-762.

- Bettinger, P. (2010). An overview of methods for incorporating wildfires into forest planning models. *Mathematical and Computational Forestry & Natural-Resource Sciences*, 2(1), 43-52.
- Brown, A.A. and Davis, K.P. (1973). *Forest fire control and use. Edition 2*. New York, McGraw-Hill,
- Caon L, Vallejo VR, Ritsema CJ, Geissen V, (2014). Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. *Earth-Science Reviews*, 139, 47-58.
- Catry, F.X., Moreira, F., Duarte, I., Acácio, V. (2009). Factors affecting post-fire crown regeneration of cork oak (*Quercus suber*) trees. *European Journal of Forest Research.*, 128, 231–240.
- Catry, F.X., Rego, F., Moreira, F., Fernandes, P.M., Pausas, J.G. (2010). Post-fire tree mortality in mixed forests of central Portugal. *Forest Ecology and Management*. 206, 1184–1192.
- Catry, F.X., Moreira, F., Cardillo, E., Pausas, J.G. (2012). Post-fire management of cork oak forests. Post-fire management and restoration of European forests. *Managing Forest Ecosystems, Springer*, 24, 195–222.
- Certini G. (2005). Effects of Fire on Properties of Forest Soils: a review. *Oecologia*, 143, 1-10.
- Çepel N. (1975). Orman yangınlarının mikroklima ve toprak özellikleri üzerine yaptığı etkiler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, B15(1), 71-93.
- Çepel, N., (1995). *Orman Ekolojisi*. İstanbul: İÜ Orman Fakültesi Yayınları.
- Dickinson, M.B., Johnson, E.A. (2001). Fire effects on trees. İçinde *Forest Fires: Behaviour and Ecological Effects* (ss. 477–525). New York: Academic Press.
- DeBano, L.F. (1990). The effect of forest fire on soil properties. İçinde *Symposium on Management and Productivity of Western-Montane Forest Soil*. (ss.151-156).
- DeSantis, R.D. & Hallgren, S.W. (2011). Prescribed burning frequency affects post oak and blackjack oak regeneration. *Southern Journal of Applied Forestry*, 35, 193-198.
- Dubois, M., K.A., Gilles, J.K., Hamilton, P.A., Rebers, F. Smith. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, 28, 350–356.
- Eron. Z., & E. Gürbüz. (1985). Marmaris 1979 Yılı Orman Yangını ile Toprak Özelliklerinin Değişimi ve Kızılçam Gençliğinin Gelişimi Arasındaki ilişkiler. *Doğa Bilim Dergisi*, Dz 9(1).
- Finney, M. 1999, *Fire-related mortality of ponderosa pine in eastern Montana*, Unpublished Report INT-93800-RJVA, USDA Forest Service, RMRS Fire Sciences Laboratory, Missoula.
- Fowler, J.F. & Sieg, C.H. 2004, *Postfire mortality of ponderosa pine and Douglas-fir: a review of methods to predict tree death*, Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-132, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fort Collins, CO.
- Franklin, J., Spears-Lebrun, L.A., Deutschman, D. H. and Marsden, K. (2006). Impact of a high-intensity fire on mixed evergreen and mixed conifer forests in the

- peninsular ranges of southern California, USA. *Forest Ecology and Management*, 235, 18–29.
- Fry, D. L. (2008). Prescribed fire effects on deciduous oak woodland stand structure, Northern Idaho Range, California. *Rangeland Ecology and Management*, 61, 294–301.
- Furyaev, V. V. and Goldammer, J. G. (2003). Wildfire-Related Changes of Forest Structure and Functions in Siberia. in Proc. İçinde *3rd International Wildfire Conference* (ss. 153).
- Guehl, J. M. Girard, S., Clement, A., Cochard, H., Boulet-Gercourt, B. (1993). Planting Stress, Water Status And Nonstructural Carbohydrate Concentrations In Corsican Pine-Seedlings. *Tree Physiology*, 12(2), 173-183.
- Güneş Özkan, N. 2011. 'Hasanlar Baraj Gölü (Düzce) ve Çevresinin Florası', Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu, Türkiye.
- Güneş Özkan, N. ve Aksoy, N. (2011). Hasanlar Baraj Gölü (Düzce) ve Çevresinin Florası. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 7, 39-72.
- Gülçur, F. (1974) *Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları*. İstanbul: İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 201.
- Gürlevik N., Özkan, K., Gülcü, S. (2009). Kontrollü Yakma ve Mekanik Arazi Hazırlığının Isparta Yöresinde Bir Kermes Meşesi Sahasında Toprak Özelliklerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A, 24-37.
- Hardesty, J., Myers R. L., and Fulks W. (2005). Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. *The George Wright Forum*, 22, 78-87.
- Hood, S.M., Cluck, D.R., Smith, S.L. and Ryan, K.C. (2008). Using bark char codes to predict post-fire cambium mortality. *Fire Ecology*, 4(1), 57-73.
- Hutchinson, T.F., Boerner, R.E.J., Sutherland, S., Sutherland, E.K., Ortt, M., Iverson, L.R. 2005. Prescribed fire effects on the herbaceous layer of mixed-oak forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 35, 877-890.
- Iglesias T, Cala V, Gonzales J, (1997). Mineralogical and chemical modifications in soils affected by a forest fire in the Mediterranean area. *Science of The Total Environment*, 204(1), 89-96.
- Jenkins, M.J., Hebertson, E., Page, W.G. and Jorgensen, C.A. (2008). Bark beetles, fuels, fires and implications for forest management in the Intermountain West. *Forest Ecology and Management*, 254, 16 –34.
- Jenkins, M.J., Page, W.G., Hebertson, E.G. and Alexander, M.E. (2012). Fuels and fire behavior dynamics in bark beetle-attacked forests in Western North America and implications for fire management. *Forest Ecology and Management*, 275, 23–34.
- Kameli A. and Losel D.M. (1996). Growth and Sugar Accumulation in Durum Wheat Plants Under Water Stress. *New Phytol.*, 132, 57–62.

- Kandemir, G.E., (2002). 'Genetics and Physiology of Cold and Drought Resistance in Turkish Red pine (*Pinus brutia*, Ten.) Populations From Southern Turkey'. Ph D. thesis ODTU. Ankara.
- Kantarcı, M.D. (2000). *Toprak İlimi*. 2. Baskı, İstanbul: İ.Ü Yayınları.
- Kaptanoğlu, a. S., & Namlı, A. (2019). Orman yangınının ve yangın sonrası boşaltma kesimlerinin toprak özelliklerine etkisi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 6(1), 29-46.
- Kara O, Bolat I, (2009). Short-term effects of wildfire on microbial biomass and abundance in blackpine plantation in Turkey. *Ecological Indicators*, 9(6), 1151-1155.
- Karaöz, Ö. (1989). Toprakların bazı kimyasal özelliklerinin (pH, karbonat, tuzluluk, organik madde, total azot, yararlanılabilir fosfor) analizi yöntemleri. *İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, B39(3), 64-82.
- Kavgacı, A., Tavşanoğlu, Ç. (2010). Akdeniz tipi ekosistemlerde yangın sonrası vejetasyon dinamiği. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 2, 149-166.
- Keeley, S.C., Keeley, J.E., Hutchinson, S.M., and A.W. Johnson. (1981). Postfire succession of herbaceous flora in Southern California chaparral. *Ecology*. 62(6), 1608-1621.
- Küçük, Ö., Bilgili, E. (2004). Orman Yangınları ve Hava Halleri. *Gazi Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 4(2), 220-230.
- Küçük, Ö., Kalaycık, H.H., Kapukıran, İ. (2008). Batı Karadeniz ormanlarında orman yangını gerçeği. İçinde IV. *Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi*.
- Lambers, H., (1998). Chapin, F.S. and Pons, T.L., *Plant Physiological Ecology*. Springer-Verlag, 540.
- Levitt, J., (1972). Responses of Plants to Environmental Stress. *Akademic Pres*.
- Moreira, F., Duarte, I., Catry, F., Acácio, V. (2007). Factors affecting post-fire cork oak survival in southern Portugal. *Forest Ecology and Management*, 253, 30–37.
- Moreira, F, Catry F, Duarte I, Acácio V, Silva J. (2009). A conceptual model of sprouting responses in relation to fire damage: an example with cork oak (*Quercus suber* L.) trees in Southern Portugal. *Plant Ecology*, 201, 77–85.
- Morgan, P., Hardy, C.C., Swetnam, T.W., Rollins, M.G., ve Long, D.G. (2001). Mapping fire regimes across time and space: understanding coarse and fine-scale fire patterns. *International Journal of Wildland Fire*, 10, 329-342.
- Moritz, M.A. (2003). Spatiotemporal analysis of controls on shrubland fire regimes: age dependency and fire hazard. *Ecology*, 84, 351-361.
- Munns, R. and Weir, R., (1981). Contribution Of Sugars To Osmotic Adjustment In Elongating And Expanded Zones Of Wheat Leaves During Moderate Water Deficits At 2 Light Levels. *Australian Journal of Plant Physiology*, 8(1), 93-105.
- Nar, H.; Saglam, A., Terzi, R., Varkonyi, Z. and Kadioglu, A. (2009). Leaf rolling and photosystem II efficiency in *Ctenanthe Setosa* Exposed to Drought Stress. *Photosynthetica*, 47(3), 429-436.

- Naveh, Z. (1975). The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. *Vegetation*, 21, 199–208.
- Neyişçi, T. (1989). Kızılçam orman ekosistemlerinde denetimli yakmanın toprak kimyasal özellikleri ve fidan gelişimi üzerine etkileri. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten*, 205.
- NorouziM, Ramezanpour H, (2013). Effect of fire on soil nutrient availability in forestes of Gulian, North of Iran. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 8(1), 157-170.
- Oliveira, S., Fernandes, P. (2009). Regeneration of *Pinus* and *Quercus* After Fire in Mediterranean-Type Ecosystems: Natural Mechanisms and Management Practices. *Silva Lusitana*, 17(2), 181-192.
- Özyuvacı, N. (1976). Arnavutköy Deresi Yağış Havzasında Hidrolojik Durumu Etkileyen Bazı Bitki-Toprak-Su İlişkileri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları*, 221.
- Parlak, M. (2018). Çanakkale (Eceabat, Akbaş Şehitliği) orman yangınıyla bazı fiziksel ve kimyasal toprak özelliklerinin zamansal değişiminin belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 6(1), 29-38.
- Pardini G, Gispert M, Dunjo G, (2004). Relative influence of wildfire on soil properties and erosion processes in different Mediterranean environments in NE Spain. *Science of The Total Environment*, 328(1-3), 237–246.
- Pausas, J. (1997). Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. *Journal of Vegetation Science*, 8, 703–706.
- Pausas, J.G., Bladé, C., Valdecantos, A., Seva, J.P., Fuentes, D., Allozal, J.A., Vilagrosal, A., Bautista, S., Cortina, J., Vallejo, R. (2004). Pines and oaks in the restoration of Mediterranean landscapes of Spain: New perspectives for an old practice – a review. *Plant Ecology*, 171, 209-220.
- Peterson, D.L. (1985). Crown scorch volume and scorch height: estimates of post-fire tree condition. *Canadian Journal of Forest Research*, 15, 596–598.
- Pierson, F.B., Carlson, D.H., Spaeth, K.E. (2002). Impacts of wildfire on soil hydrological properties of steep sagebrush rangelands. *International Journal of Wildland Fire*, 11, 145–151.
- Plumb, T.R., Gomez, A.P. 1983, *Five southern California oaks: identification and postfire management*. General Tech. Report PSW-71. Berkeley, CA: Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S.A.
- Regelbrugge, J.C., Conard, S.G. (1993). Modeling tree mortality following wildfire in *Pinus ponderosa* forests in the Central Sierra Nevada of California. *International Journal of Wildland Fire*, 3(3), 139–148.
- Reinhardt, E.D. & Ryan, K.C. 1989, *Estimating tree mortality resulting from prescribed fire*. In: *Prescribed fire in the Intermountain Region: forest site preparation and range*. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-203. 2007. 283 improvement: symposium proceedings. Pullman, WA: Washington State University Cooperative Extension.
- Ryan, K. C. & Frandsen, W.H. (1991). “Basal injury from smoldering fires in mature *Pinus ponderosa* Laws. *Int. J. Wildland Fire*, 1, 107–118.

- Ryan, K.C. and Amman, G.D. (1994). Interactions between fire-injured trees and insects in the Greater Yellowstone Area. İçinde *DG Despain (ed) Plants and their Environments: Proceedings of the First Biennial Scientific Conference on the Greater Yellowstone Ecosystem*.
- Ryan, K.C. and Amman, G.D. (1996). Bark beetle activity and delayed tree mortality in the Greater Yellowstone Area following the 1988 fires. İçinde *J. Greenlee [ed.], Ecological Implications of Fire in Greater Yellowstone. Proceedings, 2nd Biennial Conference on the Greater Yellowstone Ecosystem*.
- Salisbury, F.C. and Ross, C., (1994). Fisiología Vegetal y Tecnología Agraria Grupo Editorial Iberoamericana. *S. A. México*.
- Santoro, A., Lombardero, M., Ayres, M. & Ruel, J. (2001). Interactions between fire and bark beetles in an old growth pine forest. *Forest Ecology and Management*, 144, 245– 254.
- Schwab K.B., Schreiber, U. and Heber, U., (1989). Response of photosynthesis and respiration of resurrection plants to desiccation and rehydration. *Planta*, 177, 217-227.
- Şengönül, K., (1985). Orman yangınları ile toprak ısınması arasındaki ilişkiler ve yangınların toprak özellikleri üzerine etkileri. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, B35(2), 89-107.
- Ulery AL, Graham RC, Amrhein C, (1993). Wood-ash composition and soil pH following intense burning. *Soil Science*, 156(5), 358-364.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Sefer TÜCE
Doğum Tarihi ve Yeri : 30.09.1978
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : sefertuce@ogm.gov.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Orman Müh.	Düzce Üniversitesi	2003
Lise		İzmir Torbalı Sağlık Meslek Lisesi	1997